



Universidad
Carlos III de Madrid

Departamento de Informática

PROYECTO FIN DE CARRERA

WayFiS: Prototipo de Navegación Personal para Personas Mayores

Autor: Alberto del Moral Vargas

Tutor: José Arturo Mora Soto

Leganés, marzo de 2013

Título: WayFiS, prototipo de navegación personal para personas mayores

Autor: Alberto del Moral Vargas

Director: José Arturo Mora Soto

EL TRIBUNAL

Presidente: _____

Vocal: _____

Secretario: _____

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día ____
de _____ de 20__ en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la
Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTOS

Primero de todo, gracias a mi padre y mi madre, por el cariño y el infinito apoyo que me han dado durante todo este tiempo, y porque de su ánimo en todos esos sprints ha salido una gran carrera. Gracias a mi abuela, que siempre me lo ha dado todo; a mis tíos, Alfredo y Eva, y mis primos, Mario y Marta, por lo mucho que han hecho por mí. Gracias a toda mi familia, por el apoyo y el afecto que me han mostrado siempre. Sin ellos esta carrera habría tenido muchos más obstáculos.

A los de casa, Álvaro, Nacho, Pablo y Sergio, porque sin vosotros Las Perdices no sería Las Perdices ni mi casa sería mi casa. Por resumir puede que este sea el párrafo más pequeño, pero en importancia es uno de los más grandes. Gracias por todo.

A mis compañeros de carrera con los que tanto he aprendido y que tanto han arrimado el hombro, en especial a Jorge, Sohrab y Obi, por todas las tardes y noches de trabajo y sacrificio, y sobre todo, por todas las risas. En gran parte gracias a vosotros estoy aquí ahora.

A mi gente de 1º de carrera por darme un año que recordaré siempre, en especial a Álvaro y Carlos porque a pesar de haber tomado caminos distintos hace años, aún seguimos como entonces. Gracias por todos los buenos ratos que me disteis y seguís dándome, y por no haber olvidado que hay que decirlo más.

A mis compañeros de la FAM, en especial a Canario, Carla, Olalla, Paco, Rubén, Seni y Vicki. Y por encima de todo a Flor, por aguantarme, escucharme y darme ánimos. Por todos esos momentos. Sin ti nada habría sido igual.

A la Universidad Carlos III de Madrid y a sus profesores. Gracias por exigirme dar lo mejor de mí y (jamás pensé que diría esto) por todas las horas de trabajo y estudio que me han traído hasta aquí. Gracias por su exigencia, calidad y profesionalidad.

A mi tutor académico, Arturo, por su constante entrega y porque sin su inestimable ayuda este proyecto no habría sido posible. Te agradezco mucho todos los ánimos, consejos y enseñanzas que me has dado a lo largo de todos estos años.

Gracias muy especialmente a la gente de HI Iberia, que me han acogido durante todos estos meses y me han permitido desarrollar este proyecto. Gracias en especial a Inma, mi tutora, por sus consejos, su tiempo y su esfuerzo, y a mis jefes de proyecto, Anna y Raúl, por su paciencia y dedicación. Y por último, pero no por ello menos importante, gracias a todos mis compañeros de trabajo por enseñarme tanto y hacerme el día a día tan agradable.

A todos los que se han cruzado en mi camino durante todo este tiempo y me han hecho ser quien soy hoy.

Hoy, como cada día, comienza mi futuro, y ahora estoy más preparado que nunca para afrontarlo. Es hora de nuevos retos.

Es hora de aventuras.

RESUMEN

WayFiS es un prototipo de navegación personal enfocado a personas mayores. Su principal objetivo es asistir a las personas de la tercera edad en sus desplazamientos urbanos dotándolos de una mayor confianza a la hora de afrontar estos trayectos, que con el progresivo deterioro asociado a la edad van suponiendo un mayor esfuerzo para ellos.

El sistema se basa en un par de aplicaciones cuyas funciones se complementan: una web y una móvil. A través de la aplicación web, los usuarios pueden establecer sus preferencias personales, necesidades y limitaciones y efectuar la planificación de rutas, para lo cual se tienen en cuenta los parámetros personales definidos previamente por el usuario con el fin de aportar los itinerarios que mejor se adapten a su perfil. Por otro lado, la aplicación móvil asiste y guía a los usuarios a lo largo de los recorridos, monitorizando la posición actual de la persona y suministrando instrucciones paso a paso para facilitar el trayecto. La herramienta está principalmente dirigida al colectivo de las personas mayores, y por lo tanto tiene especialmente en cuenta sus necesidades y preferencias más habituales, así como las limitaciones físicas, fisiológicas y de movilidad derivadas de las dolencias más comunes.

Esta aplicación busca mejorar el día a día de nuestros mayores dotándoles de la confianza y los medios necesarios para realizar trayectos urbanos de manera independiente, aportando a su vez seguridad a sus familiares, cuidadores y/o responsables.

Palabras clave:

Accesibilidad, movilidad, navegación, planificación, rutas, transporte, desplazamientos, itinerarios, discapacitados, personas mayores, ancianos, asistencia

ABSTRACT

WayFiS is a personal navigation prototype for seniors. Its main goal is to assist the elderly people in their urban trips giving them greater confidence in themselves in order to tackle these routes, helping them to overcome the increasing effort entailed by the progressive age-related deterioration.

The system consists of a couple of applications whose functions are complementary: a website and a mobile app. Through the web application users can set their personal preferences, needs and constraints and eventually perform route planning, which takes into account the personal parameters previously defined by the user in order to provide the best itineraries adapted to their profile. Moreover, the mobile application assists and guides users along the route, monitoring the current position of the person and also providing step by step instructions to make the journey easier. The tool is primarily addressed to the elderly, and therefore takes particularly into account their most common needs and preferences, as well as physical, physiological and mobility limitations and impairments.

This application is aimed to improve the everyday life of our seniors providing them with the confidence and the means to make urban trips by themselves, while their family, caregivers and / or guardians can rest easy.

Keywords:

Navigation, mobility, accessibility, planning, transportation, routes, travel, itineraries, disabled, seniors, elderly, assistance

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	Introducción.....	22
1.1	Marco general.....	22
1.2	Principales objetivos	25
1.3	Estructura de la memoria	27
2	Estado del arte	30
2.1	Descripción general	30
2.2	¿Por qué utilizar estas herramientas?	32
2.3	Características principales de estas aplicaciones	32
2.4	Principales características de la herramienta a diseñar	34
	Principales características	35
2.5	Análisis detallado de aplicaciones alternativas	37
	Planificadores de propósito general	38
	Planificadores de propósito específico	49
	Otros proyectos europeos	57
3	Análisis	62
3.1	Objetivo.....	62
3.2	Definición de alcance del sistema.....	62
3.3	Definición de actores	64
3.4	Requisitos del sistema	65
3.5	Especificación de Casos de Uso	82
4	Diseño	102
4.1	Arquitectura del sistema.....	102
4.2	Diagramas de actividad.....	106
	Login	106
	Crear ruta	107
	Guardar punto de interés.....	108
	Guardar ruta.....	108
	Cargar punto de interés.....	110
	Cargar ruta.....	111

4.3	Diagramas de estado	112
	Ruta.....	112
	Punto de Interés.....	113
4.4	Necesidades de integración	114
5	Herramientas y tecnologías empleadas.....	116
5.1	Entorno técnico de trabajo	116
	Eclipse	116
	Firebug.....	116
	gedit.....	117
	Microsoft Word	117
	Microsoft Project	118
	Mozilla Firefox	118
	pgAdmin	119
5.2	Tecnologías empleadas.....	120
	Apache Server.....	120
	Apache Tomcat.....	121
	CORS	121
	HTML	123
	Java	124
	JavaScript	125
	JSON.....	126
	OAuth	127
	OpenTripPlanner.....	128
	PHP.....	129
	PostgreSQL.....	130
	XML	130
6	Análisis económico	132
6.1	Consideraciones iniciales	132
6.2	Planificación	133
	Planificación de la primera fase del proyecto	134
	Planificación de la segunda fase del proyecto	135
6.3	Costes.....	136

Gastos en personal.....	137
Gastos en software	137
Gastos en material	137
Resumen de gastos	138
7 Conclusiones	140
7.1 Dificultades encontradas	141
8 Referencias.....	144
8.1 Artículos	144
8.2 Páginas Web.....	144
9 Apéndices.....	148
9.1 Acrónimos y abreviaturas	148

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Google Maps.....	39
Ilustración 2: Nokia Maps	45
Ilustración 3: Foxytour.....	50
Ilustración 4: Handimap	54
Ilustración 5: Diagrama general de casos de uso	82
Ilustración 6: Diagrama general de casos de uso II	83
Ilustración 7: Diagrama de casos de uso – Extension: Añadir punto de partida.....	95
Ilustración 8: Diagrama de casos de uso – Extension: Añadir punto de destino	97
Ilustración 9: Diagrama de casos de uso – Extension: Añadir punto intermedio	99
Ilustración 10: Esquema de la arquitectura del sistema	103
Ilustración 11: Diagrama de actividad - Login	106
Ilustración 12: Diagrama de actividad – Crear ruta.....	107
Ilustración 13: Diagrama de actividad – Guardar punto de interés.....	108
Ilustración 14: Diagrama de actividad – Guardar ruta	109
Ilustración 15: Diagrama de actividad – Cargar punto de interés.....	110
Ilustración 16: Diagrama de actividad – Cargar ruta	111
Ilustración 17: Diagrama de estados - Ruta	112
Ilustración 18: Diagrama de estados – Punto de interés	113
Ilustración 19: Diagrama de Gantt – Planificación de la 1ª fase del proyecto.....	134
Ilustración 20: Diagrama de Gantt – Planificación de la 2ª fase del proyecto.....	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Requisitos funcionales	66
Tabla 2: Requisitos no funcionales	67
Tabla 3: RF-001 Registro en el sistema.....	68
Tabla 4: RF-002 Iniciar sesión en el sistema	68
Tabla 5: RF-003 Cerrar sesión en el sistema.....	69
Tabla 6: RF-004 Cambiar configuración de la cuenta de usuario.....	69
Tabla 7: RF-005 Cambiar preferencias de salud de la cuenta	69
Tabla 8: RF-006 guardar ruta	70
Tabla 9: RF-007 Consultar rutas guardadas.....	70
Tabla 10: RF-008 Cargar ruta guardada.....	70
Tabla 11: RF-009 Eliminar ruta guardada	70
Tabla 12: RF-010 Editar ruta guardada.....	71
Tabla 13: RF-011 Guardar punto de partida de una ruta como punto de interés	71
Tabla 14: RF-012 Guardar punto de destino de una ruta como punto de interés.....	71
Tabla 15: RF-013 Guardar punto intermedio de una ruta como punto de interés.....	72
Tabla 16: RF-014 Consultar puntos de interés	72
Tabla 17: RF-015 Eliminar punto de interés	72
Tabla 18: RF-016 Editar punto de interés.....	73
Tabla 19: RF-017 Introducir punto de partida desde el mapa	73
Tabla 20: RF-018 Introducir punto de partida escribiendo su dirección.....	74
Tabla 21: RF-019 Introducir punto de partida cargando un punto de interés.....	74
Tabla 22: RF-020 Introducir punto de destino desde el mapa	75
Tabla 23: RF-021 Introducir punto de destino escribiendo su dirección	75
Tabla 24: RF-022 Introducir punto de destino cargando un punto de interés	76
Tabla 25: RF-023 Introducir punto intermedio desde el mapa	76
Tabla 26: RF-024 Introducir punto intermedio escribiendo su dirección	77
Tabla 27: RF-025 Introducir punto intermedio cargando un punto de interés	77
Tabla 28: RF-026 Eliminar punto intermedio	78
Tabla 29: RF-027 Generar nueva ruta	78

Tabla 30: RF-028 Mostrar otra ruta creada/cargada	79
Tabla 31: RF-029 Ver etapas de la ruta de forma detallada.....	79
Tabla 32: RF-030 Cerrar una ruta	79
Tabla 33: RF-031 Intercambiar los puntos de partida y destino de una ruta.....	80
Tabla 34: RF-032 Otorgar un nombre unívoco a un punto de interés guardado.....	80
Tabla 35: RF-033 Otorgar un nombre unívoco a una ruta guardada	81
Tabla 36: RF-034 Aumentar el zoom del mapa	81
Tabla 37: RF-035 Reducir el zoom del mapa	81
Tabla 38: RF-035 Desplazarse por el mapa	82
Tabla 39: Caso de uso – Registrarse	84
Tabla 40: Caso de uso - Iniciar sesión	84
Tabla 41: Caso de uso - Cerrar sesión.....	85
Tabla 42: Caso de uso - Cambiar configuración de cuenta	85
Tabla 43: Caso de uso - Cambiar preferencias de salud.....	85
Tabla 44: Caso de uso - Guardar punto de interés.....	86
Tabla 45: Caso de uso - Editar punto de interés.....	87
Tabla 46: Caso de uso - Eliminar punto de interés.....	88
Tabla 47: Caso de uso - Crear ruta	89
Tabla 48: Caso de uso - Visualizar ruta.....	89
Tabla 49: Caso de uso - Cerrar ruta	90
Tabla 50: Caso de uso - Guardar ruta	90
Tabla 51: Caso de uso - Cargar ruta.....	91
Tabla 52: Caso de uso - Editar ruta.....	91
Tabla 53: Caso de uso - Eliminar punto de interés.....	92
Tabla 54: Caso de uso - Repasar recorrido de ruta	92
Tabla 55: Caso de uso - Añadir punto de partida	93
Tabla 56: Caso de uso - Añadir punto de destino.....	93
Tabla 57: Caso de uso - Intercambiar puntos de partida y destino	93
Tabla 58: Caso de uso - Añadir punto intermedio.....	94
Tabla 59: Caso de uso - Eliminar punto intermedio	94
Tabla 60: Caso de uso - Cargar punto de partida	95
Tabla 61: Caso de uso - Establecer punto de partida a partir de una dirección	96

Tabla 62: Caso de uso - Establecer punto de partida desde el mapa	96
Tabla 63: Caso de uso - Cargar punto de destino.....	97
Tabla 64: Caso de uso - Establecer punto de destino a partir de una dirección.....	98
Tabla 65: Caso de uso - Establecer punto de destino desde el mapa	98
Tabla 66: Caso de uso - Cargar punto intermedio.....	99
Tabla 67: Caso de uso - Establecer punto intermedio a partir de una dirección	100
Tabla 68: Caso de uso - Establecer punto intermedio desde el mapa	100
Tabla 69: Gastos de Personal	137
Tabla 70: Gastos de Software	137
Tabla 71: Gastos de Material.....	137
Tabla 72: Coste Total del Proyecto.....	138

1 INTRODUCCIÓN

1.1 MARCO GENERAL

Las sociedades actuales están viendo aumentar el número de personas mayores a un ritmo nunca antes conocido. Este envejecimiento de la población en los países desarrollados lleva aparejada la necesidad de una mayor cobertura social y sanitaria para estas personas, y esto no es siempre posible desde un punto de vista económico, ya que los grupos poblacionales encargados de suministrar los medios necesarios para mantener estos servicios se están viendo menguados precisamente por este fenómeno. Por lo tanto, la necesidad de mecanismos para cubrir estas necesidades crecientes es más que evidente.

Las personas mayores ven acentuadas sus necesidades a medida que envejecen, ya que sus capacidades y autonomía van viéndose reducidas progresivamente. En muchos casos, esta disminución de sus habilidades les lleva a verse superados por ciertas tareas cotidianas, provocándoles un sentimiento de frustración e incapacidad por el que abandonan muchos de sus hábitos. Esta situación se ve agravada en muchos casos por dolencias propias de la edad, como la fatiga o los dolores musculares, por las que van renunciando a tareas que antes les eran habituales, como realizar desplazamientos urbanos de manera independiente.

Afortunadamente, las nuevas tecnologías tienen mucho que aportar en este campo. En los últimos años el desarrollo de dispositivos táctiles portables, como los *smartphones* o teléfonos inteligentes, ha sido espectacular. Estos dispositivos ligeros y portables poseen una interfaz que simplifica considerablemente la aparatosa mecánica de un ordenador tradicional, sustituyendo el teclado y el ratón por simples toques en la pantalla. Por lo general, las personas de la tercera edad tienen poca o ninguna experiencia con los ordenadores y las nuevas tecnologías, y consideran estas herramientas como algo demasiado complejo y fuera de su alcance. La testarudez con que pueden rechazar aplicaciones que podrían revolucionar su vida por el simple hecho de tener que acceder a

un ordenador podría echar para atrás a muchos desarrolladores con muy buenas ideas. En muchos casos, es la forma de presentarlo lo que hace al usuario acercarse a un producto, por lo que no es suficiente hacer una buena aplicación que pueda hacerles la vida más fácil a las personas mayores, sino que es necesario también ponerse en su lugar y proporcionarles un modo de uso que les resulte atractivo y cómodo.

El caso de los desplazamientos urbanos e interurbanos es particularmente destacable como ejemplo de rutina que con la edad y las limitaciones derivadas de ésta pasa de ser una actividad habitual a una labor muy difícil de realizar sin ayuda. Los entornos urbanos actuales pueden resultar muy confusos para una persona mayor, y ésta puede sentirse desorientada con facilidad. Además, en muchos casos, las grandes distancias que se han de recorrer entre los puntos de origen y destino hacen la tarea algo imposible para los mayores, cuya capacidad de adquirir información del entorno es limitada. Memorizar las instrucciones para llegar a una dirección o descubrir la localización de las paradas y los horarios de transportes públicos puede resultar algo muy frustrante para ellos, y esa sensación induce de forma decisiva a acrecentar el sentimiento de indefensión e incapacidad para desenvolverse en la ciudad.

Por ello, en este Proyecto de Fin de Carrera se propone WayFiS [34] , una herramienta que cubre una necesidad básica y muy importante para estas personas. Con el apoyo de WayFiS las personas mayores tendrán la posibilidad de encontrar maneras de realizar sus desplazamientos de forma segura y sencilla, a través de un sistema que tendrá en cuenta todas sus limitaciones y necesidades a la hora de trazar la ruta. Además, al poder usarlo de forma sencilla desde un dispositivo móvil, podrán llevarlo con ellos en todo momento sintiéndose así más seguros. Esta pues es la finalidad última de este proyecto: aumentar la seguridad y la confianza en sí mismos de las personas mayores a la hora de realizar desplazamientos, haciéndoles así más autosuficientes.

Este sistema está enmarcado en el contexto del proyecto europeo “WayFiS” (*Way Finding for Seniors*), en el que participan varios socios, y cada uno de ellos está encargado de desarrollar una parte del sistema

final. La empresa contratante, *HI Iberia*, está encargada de las siguientes tareas:

- **Estudio de los requisitos de usuario y casos de uso:** ha contribuido en la elección y definición de los casos de uso más significativos dentro de los identificados a partir de los requisitos de los usuarios.
- **Especificaciones técnicas:** ha llevado a cabo la identificación de las especificaciones funcionales del servicio a partir de los requisitos de los usuarios. Tras ello, a partir de la especificación funcional, la especificación técnica ha sido llevada a cabo con el objetivo de definir aspectos clave de la arquitectura.
- **Módulo de recopilación de datos:** este módulo incluye el cuadro común de recopilación de todas las informaciones que se intercambiarán en el servicio WayFiS. HI Iberia ha contribuido en el desarrollo de las interfaces con los módulos de búsqueda y en la identificación de fuentes de información, así como integración del módulo con la arquitectura global del sistema.
- **Módulo de creación de perfil de usuario:** este módulo gestiona los perfiles de los usuarios, desde la creación hasta la modificación de las preferencias que los usuarios expresan en relación a sus limitaciones de movilidad y otras necesidades relacionadas con su salud. Su objetivo es trasladar las características de los perfiles que definan los usuarios a especificaciones y requisitos que permitan establecer la ruta óptima para el usuario. Además se encargará de la gestión, autenticación y validación de los usuarios.
- **Módulo de búsqueda y desarrollo del conocimiento (también KDM, Knowledge Discovery Module):** esta tarea lleva a cabo el desarrollo del módulo de búsqueda y desarrollo del conocimiento que se utiliza para identificar los datos y las informaciones útiles que determinarán la personalización de las rutas, y que por tanto serán claves para proporcionar una ruta adaptada a las necesidades del usuario.

- **Servicio de planificación de rutas con antelación:** esta tarea incluye el desarrollo de una interfaz para el ordenador que permite una planificación previa de la ruta antes de salir de casa. Esta planificación tiene en cuenta las preferencias del usuario para personalizar el recorrido, la información obtenida del módulo de obtención de datos y la proporcionada por el módulo de conocimiento.

A lo largo de esta memoria se cubrirá la experiencia del estudiante durante el desarrollo del sistema, centrándose principalmente en su labor en los módulos de recopilación de datos, creación de perfil de usuario y planificación de rutas.

1.2 PRINCIPALES OBJETIVOS

El objetivo principal del proyecto es la creación de una plataforma de asistencia para la planificación de rutas personalizadas y el guiado en recorridos complejos (interiores, exteriores, a pie y en transporte público) para personas mayores.

La aplicación permitirá a las personas mayores superar las barreras y dificultades que a menudo les limitan la posibilidad de sentirse sanos y seguros y que comprometen gravemente su movilidad tanto en interiores como al aire libre. Algunas de las innovaciones que proporcionará a las personas mayores son:

- **Permitir la identificación de la ruta con la actividad física óptima:** permitirá establecer parámetros tales como un límite de distancia a pie para realizar las rutas teniendo en cuenta el cansancio acumulado o la incapacidad de caminar de forma prolongada.
- **Identificar rutas que tengan en cuenta las necesidades alimentarias y las limitaciones derivadas de dolencias o enfermedades:** problemas físicos causados por enfermedades como

cansancio o fatiga, limitaciones de movilidad que puedan requerir el uso de ayudas para caminar o necesidades dietéticas específicas serán contemplados a la hora de realizar la ruta estableciendo descansos entre etapas del trayecto, limitando la distancia de los tramos, resaltando los establecimientos que ofrezcan menús acordes con las necesidades dietéticas del usuario, etc.

- **Evitar rutas inaccesibles:** para reafirmar la autoconfianza e independencia del usuario se evitarán por todos los medios rutas que puedan resultar peligrosas o inaccesibles, haciendo así que la persona se sienta segura de que llegará a su destino.
- **Recibir notificaciones al desviarse de la ruta trazada:** para asegurar que el usuario no se desvía de la ruta trazada y que no se siente perdido o desubicado en un estadio posterior del trayecto, recibirá notificaciones en su dispositivo móvil cuando se detecte que se está desviando de la ruta establecida.
- **Encontrar las instalaciones necesarias a lo largo de la ruta (farmacias, hospitales, baños, etc.):** en caso de que la persona tenga necesidades alimentarias, sanitarias o de movilidad especiales que precisen de un tipo específico de establecimiento o instalación durante la ruta, ésta será tomada en cuenta a la hora del cálculo del trayecto.
- **Rutas optimizadas de acuerdo a las preferencias del usuario:** los parámetros que se tendrán en cuenta a la hora de la planificación de la ruta vendrán especificados personalmente por el usuario, siendo él quien establezca sus preferencias y prioridades.

La aplicación tendrá en cuenta el perfil personalizado del usuario en todo momento para adecuar los resultados a sus necesidades. Esto implica que la elaboración de rutas se modificará en función de los criterios definidos por el usuario para hacer la experiencia de cada persona satisfactoria y adecuada a sus limitaciones. Además, existirá la posibilidad de guardar tanto las rutas realizadas como los puntos de interés que el usuario

considere relevantes o de uso común (“centro de salud”, “casa de mi hijo”, “mercado”, etc.) para poder reutilizarlos en el futuro.

El sistema contará con una interfaz doble: un servicio para el hogar de pre-planificación con el ordenador y un servicio con interfaz intuitiva para el móvil en tiempo real y guiado continuo a lo largo de la ruta.

1.3 ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

Este apartado muestra la estructura en la que se ha articulado esta memoria y los contenidos desarrollados en cada una de sus secciones. Las secciones de este documento son las siguientes:

1. **Introducción:** apartado de apertura en que se expone el marco en el que se desarrolla el proyecto, unas nociones básicas sobre el área de acción de la herramienta desarrollada y sus principales objetivos.
2. **Estado del arte:** en primer lugar en esta sección se aporta una descripción general del ámbito en que se ubica una herramienta como WayFiS y del estado del entorno social y de mercado en el que desarrolla su función. Acto seguido se aportan motivos que justifican el uso y avalan la utilidad de este tipo de herramientas. A continuación se abordan las características que definen e identifican a una aplicación de esta familia y seguidamente se detallan las que caracterizan más específicamente a WayFiS. Para finalizar se realiza un análisis de otras herramientas semejantes a WayFiS, clasificadas en categorías en función de su finalidad y de los rasgos que comparten con nuestra aplicación.
3. **Análisis:** en la primera fase del apartado de análisis se establecen los objetivos de esta importante fase del desarrollo y se definen el alcance del sistema y los distintos actores que participarán en él. A continuación se detallan los requisitos del sistema, cuya función es recoger todas las funcionalidades que contendrá la aplicación. Por último, se presentan los casos de uso que definirán el sistema, que

derivan de los requisitos previamente expuestos. Tras plasmar los distintos elementos obtenidos en la fase de análisis, la aplicación queda ya definida en cuanto a funcionalidades y modos de operación.

4. **Diseño:** en este apartado, los resultados del proceso de análisis se traducen en un plan de arquitectura tecnológica y de procedimientos a seguir para llevar a cabo la solución. Los principales elementos de este apartado son la arquitectura del sistema, que aporta la integración de soluciones tecnológicas estructurales y los diagramas de actividad y de estados, que simulan la futura estructura lógica y el discurrir de los flujos de datos entre sus componentes. Al final de este apartado se adjunta una pequeña sección en la que se comentan las dificultades de integración encontradas a la hora de implementar las soluciones especificadas en la fase de diseño.
5. **Entorno técnico de trabajo:** este apartado tiene dos partes diferenciadas. En la primera se listan las herramientas principales que se han empleado a lo largo del desarrollo del proyecto para editar y crear contenidos, tanto a nivel documental como técnico: editores de texto, entornos de desarrollo, etc. Y por otro lado, se encuentran las tecnologías que se han empleado en el apartado técnico para implementar la solución demandada; en esta sección figuran: lenguajes de programación, formatos de datos, tecnologías de autenticación, servidores de aplicaciones, etc.
6. **Análisis económico:** la sección comienza con la exposición de la planificación del proyecto y su desglose en distintas fases y tareas, con el correspondiente seguimiento a lo largo del desarrollo. Acto seguido, y tomando como base la planificación anterior, se efectúa un análisis económico de los gastos derivados del proyecto y se extrae el coste total de éste.
7. **Conclusiones:** sección en la que se exponen las conclusiones extraídas del proceso de desarrollo del proyecto y se detallan las

dificultades afrontadas y las soluciones propuestas, a la vez que se valoran los conocimientos y experiencia adquiridos.

8. **Referencias:** en esta sección se listan las referencias utilizadas para la elaboración del proyecto y de esta memoria.
9. **Apéndices:** Adicionalmente se adjunta una lista de referencia con los acrónimos y abreviaturas empleados a lo largo del documento para facilitar su consulta y entendimiento por parte del lector.

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

En los últimos tiempos las aplicaciones de mapas online han sufrido una gran revolución, convirtiéndose en una herramienta de uso frecuente para millones de usuarios. Estos sistemas cartográficos no son únicamente mapas o planificadores de rutas, sino herramientas integradas muy completas, y en su mayoría de uso gratuito, que nos permiten desde la planificación de largas rutas a la visualización de entornos urbanos a pie de calle. La popularización de los teléfonos inteligentes (o smartphones) con acceso a internet junto con la gratuidad de uso de estas aplicaciones cartográficas, sus amplias funcionalidades, su contenido actualizado y la cobertura global de estas herramientas ha ido desplazando progresivamente a los tradicionales dispositivos GPS de navegación pasando en la actualidad a ser de forma cada vez más notable el estándar en geolocalización y planificación de rutas tanto para vehículos como para peatones. El potencial que poseen estas herramientas les hace un material muy valioso para el desarrollo de nuevas aplicaciones basadas en sus funcionalidades, de las que este proyecto es un buen ejemplo.

La competencia desatada entre gigantes del mundo de la computación en los últimos años, como Apple, Google o Microsoft, por el control de este sector del mercado ha disparado la calidad de las aplicaciones cartográficas, aportando éstas cada vez nuevas funcionalidades para diferenciarse de los competidores: análisis de tráfico en tiempo real, cálculo de rutas teniendo en cuenta el tráfico actual, información del transporte público, búsqueda de establecimientos (librerías, cines, restaurantes, etc.), calificación y recomendación de estos establecimientos por parte de los usuarios, visualización de fotos y grabaciones de vídeo de entornos públicos en tiempo real o información de la situación atmosférica entre otros.

Paralelamente a estas aplicaciones han surgido alternativas de código abierto, como OpenStreetMap [24] , que intentan proveer a la comunidad

de desarrolladores de opciones no privadas en las que basar sus aplicaciones y herramientas cartográficas. Estas plataformas ofrecen por lo general un amplio abanico de funcionalidades bajo licencias de código abierto, pero precisamente por este motivo pueden resultar un obstáculo para el desarrollo de programas comerciales, ya que para cumplir sus términos de licencia el código desarrollado sobre el original de la plataforma ha de hacerse de disponibilidad pública.

Por otro lado, el otro sector de mercado concerniente a este proyecto son las aplicaciones para personas mayores o discapacitadas. Este ámbito a día de hoy no ha sido extensivamente explotado de forma comercial debido a diversos factores, entre los que destaca la baja implicación de las personas mayores con la tecnología moderna. Por lo general, las personas mayores no están habituadas a utilizar ordenadores o smartphones, y usar una herramienta de este tipo sin haber tenido ningún tipo de contacto previo con algo similar les supone una gran dificultad [3] . Al enfrentarse a estas herramientas se les exige adoptar una nueva forma de pensar que requiere la memorización de secuencias de pasos para construir estrategias de uso y la construcción de un fuerte modelo conceptual del modelo subyacente y de las dimensiones de la tarea a realizar. El envejecimiento lleva aparejados problemas de percepción y retentiva, como la disminución de la visión o la reducción de la memoria a corto plazo, lo cual es un obstáculo mayor si cabe que lo anterior, y dificulta sobremanera el desempeño de estas labores y, por tanto, la utilización de estos dispositivos por parte de las personas mayores [2] .

Sin embargo, en los últimos años se han venido desarrollando numerosos proyectos financiados con fondos tanto privados como públicos para el desarrollo de aplicaciones enfocadas a este colectivo. Por lo general, la finalidad de estos proyectos es la de facilitar sus labores diarias y simplificar la comunicación con sus familiares a través de los dispositivos modernos. En cierta medida, se enfocan como una extensión de los servicios sociales y una ampliación de su cobertura a través de las nuevas tecnologías, ya que estas ofrecen un nuevo horizonte de posibilidades a los organismos públicos y las familias para velar por la seguridad y bienestar de sus mayores [5] .

2.2 ¿POR QUÉ UTILIZAR ESTAS HERRAMIENTAS?

Actualmente, a causa del trabajo y los niños, muchas familias no pueden hacerse cargo debidamente de sus mayores. Sin embargo muchos de ellos quieren valerse por sí mismos, rechazando ser internados en residencias. No obstante, incluso los ancianos que ingresan en estas instituciones procuran seguir con un ritmo de vida similar al que tenían anteriormente, intentando desenvolverse de manera independiente en la medida de lo posible. A pesar de todo, la edad y el deterioro de facultades que acarrea perjudica seriamente la independencia de estas personas, que poco a poco ven mermadas sus capacidades y el normal desarrollo de sus tareas cotidianas. Por ello, cualquier ayuda que les permita seguir manteniendo su independencia en la vida diaria les sería bienvenida.

En otro ámbito, los cuidadores de estas instituciones tienen un gran interés en que sus mayores dispongan del mayor grado de libertad posible, siempre que se cuente con la debida seguridad. Por ello, aplicaciones como estas que dotan a las personas mayores de un mayor grado de independencia sin necesidad de supervisión directa repercuten positivamente en la labor de estos profesionales y, a su vez, en la felicidad de sus internos.

Por lo tanto, los asistentes de navegación destinados a facilitar la orientación y seguridad de los mayores en sus trayectos diarios, aumentan su independencia y confianza en sí mismos a la hora de realizar por su cuenta desplazamientos en entornos urbanos, así como en viajes de mayor distancia. En consecuencia podemos concluir que este tipo de aplicaciones supone una gran ayuda para estas personas y su entorno.

2.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE ESTAS APLICACIONES

Las aplicaciones de búsqueda de rutas, por lo general, comparten ciertas características, que se tornan más específicas en el caso de estar orientadas a personas mayores:

- **Personalización del producto:** las personas a las que va dirigido el producto necesitan sentirse seguras utilizando la aplicación y disponer de plena confianza en que el producto siempre buscará lo mejor para ellos. Por ello la aplicación ha de ser configurable a las necesidades de cada persona, de tal manera que cada usuario pueda confiar en que los resultados que ésta le proporcione estén adaptados a sus necesidades específicas.
- **Uso de tecnologías amigables para el usuario:** al ser un público en su mayoría reacio a utilizar las nuevas tecnologías, las aplicaciones dirigidas a este público han de ser lo más sencillas e intuitivas posibles, de tal forma que no supongan un obstáculo añadido a la hora de ser usadas por personas mayores. Por lo general, las aplicaciones dirigidas a este público, se caracterizan por unas interfaces simplificadas y muy visuales, fácilmente usables y sin sobrecarga de información, para hacerlas viables para su uso por parte de este colectivo. Las fuentes y los elementos interactivos, como los botones o los menús, suelen ser grandes y coloridos, de tal forma que contrasten vivamente y sean fácilmente reconocibles. En resumen, las características principales de las aplicaciones dirigidas a este público son dos: la simplicidad y la accesibilidad.
- **Adaptación a sus limitaciones de salud:** es necesario que la aplicación presente la posibilidad de establecer una configuración personalizada para cada usuario que tenga en cuenta sus limitaciones particulares. Dos personas con diferentes necesidades no están interesadas en el mismo tipo de ruta ni en los mismos puntos de interés.
- **Mostrar los caminos más sencillos:** debido a las limitaciones de movilidad y orientación en el entorno urbano, la aplicación ha de ser capaz de proveer al usuario de las rutas más sencillas de entre todas las posibles.

- **Mostrar los puntos de interés cercanos:** la orientación en el entorno urbano no consta únicamente de hacer saber al usuario dónde está, sino también qué le rodea. La aplicación ha de ser capaz de mostrar los establecimientos y servicios públicos que el usuario haya declarado de interés en el entorno en que se encuentre. Esto facilitará al usuario reaccionar ante una emergencia o situación imprevista y sentirse más seguro y respaldado.

2.4 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA HERRAMIENTA A DISEÑAR

La aplicación que se va a desarrollar está enfocada a facilitar la orientación y seguridad de los mayores en sus trayectos diarios, aumentando su independencia y confianza en sí mismos a la hora de realizar por su cuenta desplazamientos en entornos urbanos. En cierta medida, podría considerarse como una extensión a través de las nuevas tecnologías de la cobertura de los servicios sociales, ya que se ofrece un nuevo horizonte de posibilidades a los organismos públicos y las familias para velar por la seguridad y bienestar de sus mayores.

Como ya se ha comentado anteriormente, las limitaciones derivadas de la edad y la falta de contacto con la tecnología exigen que sea la herramienta la que se acerque a su público. La experiencia en el desarrollo de interfaces para este colectivo dicta que muy a menudo las personas mayores encuentran dificultades en la comprensión de la forma en que funciona una aplicación informática [3] . En muchos casos, tratan de tomar prestado el modelo de otro mecanismo o dispositivo que conocen, como por ejemplo el de un reproductor de vídeo, y esperan que todo suceda con sólo pulsar un botón. Al sentirse desprotegidos ante la tecnología tienden a aferrarse a lo que ya conocen y sufren el miedo permanente de romper las cosas si hacen algo mal. El concepto de diálogo con la máquina y aprender a utilizar un lenguaje en la interfaz a través de ensayo y error suele resultar un trance nuevo y extraño para ellos. Y además de esta aparente indefensión que sienten ante la tecnología, existen problemas

adicionales que derivan de la falta de comprensión de la relación entre las teclas de función y las funciones que representan y del concepto de mapear las tareas a una secuencia de pasos para lograr una meta, lo cual se agrava en situaciones de deterioro de la memoria interfiriendo directamente en la actividad exploratoria y dificultando recordar combinaciones de acciones y resultados [2] .

Se podría decir que, en líneas generales, esta aplicación habrá de caracterizarse por tener unas interfaces simplificadas y muy visuales, fácilmente usables y sin sobrecarga de información, para hacerlas viables para ser usadas por personas mayores [3] ; los pasos necesarios para efectuar las tareas han de ser simples e intuitivos, de tal forma que resulten sencillos de recordar y repetir [1] [4] . En resumen, en el apartado de usabilidad el sistema ha de caracterizarse por dos aspectos: simplicidad y accesibilidad.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Las funcionalidades más destacadas de la herramienta son:

- **Creación de rutas:** La aplicación permitirá al usuario planificar rutas entre dos puntos, suministrándole el recorrido más optimizado a sus necesidades de entre todos los posibles, tomando como referencia sus preferencias de usuario y sus necesidades de salud. Las rutas propuestas por la aplicación pueden estar pensadas para cubrirse completamente a pie o bien utilizando transporte público.
- **Personalización de rutas:** La aplicación permitirá al usuario configurar parámetros personalizados de movilidad y salud como el uso de silla de ruedas, la distancia máxima que puede recorrer a pie, la preferencia en el uso de transportes públicos, y muchos otros, que se tendrán en cuenta a la hora de planificar sus rutas, dando como resultado rutas adaptadas a sus necesidades. Para esto se empleará una herramienta denominada Módulo de Descubrimiento de Conocimiento (*KDM, Knowledge Discovery Module*) que

aplicando procesos de inteligencia artificial extraerá información sobre el uso que las personas hacen de la herramienta y los patrones que emplean al planificar rutas, aplicándolo en las sesiones futuras para mejorar la experiencia del usuario y adaptar los resultados aún más a sus necesidades e intereses.

- **Gestión de puntos de interés:** La aplicación permitirá al usuario guardar las localizaciones que más utilice para que pueda utilizarlas a menudo en sus rutas con mayor rapidez y facilidad. Esto le permitirá tener a mano sus direcciones más comunes para utilizarlas en sus rutas sin tener que introducir los datos cada vez que desee visitarlas: las casas de sus hijos, los centros de salud cercanos, los comercios a los que acuda habitualmente, etc.
- **Gestión de rutas:** La aplicación permitirá al usuario guardar y gestionar las rutas más frecuentes para simplificar su labor con la herramienta. De esta manera, el usuario tan sólo necesitará planificar la ruta una vez, y podrá consultarla tantas veces necesite sin tener que volver a repetir el proceso.
- **Seguimiento de la ruta:** Desde la aplicación móvil se proporcionará un seguimiento a tiempo real de la posición del usuario y de su ubicación respecto al trayecto de la ruta. Este servicio no sólo se ofrece en exteriores, sino que también se dispone de un mecanismo de posicionamiento en interiores que permite al usuario conocer su ubicación incluso dentro de lugares cerrados, como edificios.
- **Intérprete de direcciones escritas y sobre mapa:** Las direcciones de las localizaciones de la ruta, como por ejemplo los puntos de origen y destino, pueden ser introducidas tanto seleccionando la ubicación en el mapa como escribiendo su dirección física en los campos habilitados al efecto.
- **Navegación guiada por voz:** La aplicación móvil ofrece la posibilidad de guiar al usuario empleando un sistema de instrucciones por voz

que reproduce todos los pasos a seguir especificados en la ruta. Este sistema puede aplicarse a cualquier tipo de ruta generada por la aplicación, ya sea a pie o utilizando transporte público.

- **Disponibilidad en varios idiomas:** La aplicación estará disponible inicialmente en tres idiomas: inglés, español y húngaro.

2.5 ANÁLISIS DETALLADO DE APLICACIONES ALTERNATIVAS

La viabilidad de este proyecto pasa por analizar sus posibles competidores y la situación actual del mercado. A continuación vamos a analizar diferentes alternativas existentes actualmente en el mercado, así como sus características más relevantes siempre enfocadas a su uso por parte de personas mayores.

En el campo de los navegadores existen infinidad de alternativas, pero muchas de ellas han sido descartadas bien por tener un enfoque claramente dirigido a otras finalidades o por otras carencias estructurales o funcionales que no las hacían viables para una aplicación de estas características.

Antes de comenzar la comparativa, para que el lector no extraiga una conclusión sesgada de este estudio, hay que remarcar que el uso que se ha hecho de las herramientas analizadas no ha sido extensivo ni prolongado. La gran cantidad de opciones con que cuentan muchas de ellas y el rápido grado de evolución que presentan hace imposible dar una versión ajustada y rigurosamente actualizada de todas. Los principales esfuerzos de este estudio se han centrado en analizar los factores relacionados con la posible aplicación de cada una de estas herramientas al entorno de los asistentes de navegación para personas mayores y no así tanto en otros factores como la diversidad de sus capacidades o su potencia. Una indagación en mayor profundidad de las herramientas analizadas de manera más exhaustiva y concienzuda podría sacar a la luz conclusiones diferentes de las extraídas en este pequeño estudio, cuya

intención no es otra que esbozar la situación de mercado en que se encuentra WayFiS respecto a posibles competidores.

Las herramientas analizadas han sido las siguientes:

- Planificadores de propósito general:
 - Google Maps
 - Nokia Here
- Planificadores de propósito específico:
 - Foxytour
 - Handimap
- Otros proyectos europeos:
 - Stimulate
 - Entrance

PLANIFICADORES DE PROPÓSITO GENERAL

Existen numerosas aplicaciones de planificación de rutas que no contemplan entre sus objetivos servir a un propósito específico o aun grupo particular de usuarios, como las personas mayores. La función de estas herramientas suele ser la de cubrir la necesidad del público general de planificar desplazamientos y rutas; sin embargo, no suelen ofrecer la posibilidad de personalizar los detalles de la ruta en función de las necesidades específicas de salud o movilidad del usuario más allá de los transportes que se pretendan utilizar durante el desplazamiento. Existe muchas aplicaciones de este tipo, pero aquí sólo vamos a abordar dos de sus representantes más destacados: Google Maps [22] y Nokia Here [15] , aunque existe un gran número de alternativas (Bing Maps [8] , Yahoo Maps [21] , etc.).

GOOGLE MAPS

Google Maps [22] es probablemente la herramienta más conocida y utilizada para la planificación de rutas. La gran aceptación tanto de su formato para usuarios como en el de servicios para otras aplicaciones (geocodificación, mapas, información de establecimientos, mapas con vista a pie de calle, etc.) unido a uno de los catálogos de datos más extensos y completos que existen hacen de Google Maps un punto obligado a tratar en este apartado. Aquí nos centraremos en discutir la vertiente dirigida a usuarios (y no la de servicio web) , puesto que es la más próxima está a los servicios ofrecidos por WayFiS. Google Maps está disponible tanto en aplicación web como en aplicación para móviles, contando esta última versión con un sistema de localización del dispositivo basado en diversas tecnologías (GPS, ubicación de redes WiFi y celdas de telefonía cercanas, etc.) que permite emplearlo como geolocalizador y dispositivo de navegación.

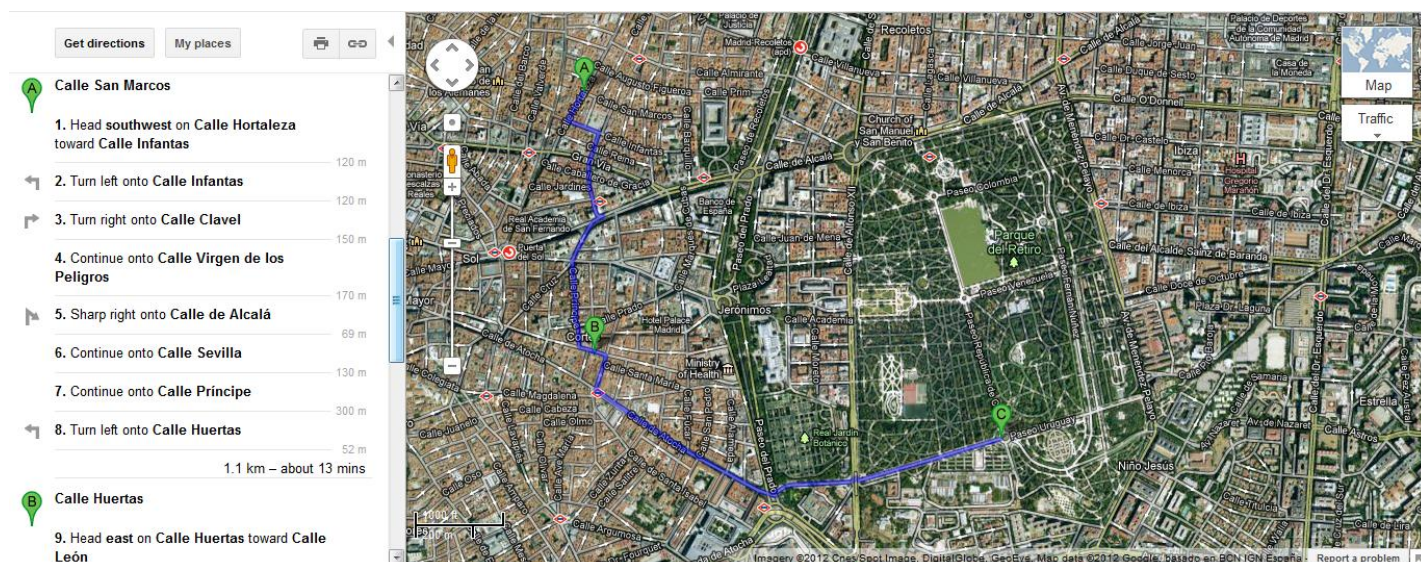


ILUSTRACIÓN 1: GOOGLE MAPS

La aplicación web cuenta con las siguientes características:

- **Planificación de rutas:** es la funcionalidad principal de la aplicación y consiste en una herramienta capaz de encontrar rutas entre dos puntos, elaborando en el proceso una lista detallada con las instrucciones a seguir por parte del usuario para alcanzar el destino. En esta lista figuran, paso a paso, todas las etapas que se han de seguir, tales como las distancias a recorrer, los nombres de las calles por las que se transita, los puntos en que se ha de cambiar de dirección, etc. Adicionalmente, la ruta obtenida se representa gráficamente sobre el mapa, destacando la localización de los puntos de paso establecidos por el usuario.
- **Destinos múltiples:** los destinos son localizaciones establecidas por el usuario por las que la ruta final ha de pasar. La aplicación ofrece la opción de establecer tantos como se quiera para una misma ruta y de recorrerlos en el orden que se desee. La inclusión, eliminación o reordenación de uno de estos puntos implica un recálculo de la ruta, ya que sus parámetros se ven modificados. Los dos primeros destinos que se coloquen se establecerán como principio y final provisionales de la ruta, de tal forma que esta se calcule instantáneamente en cuanto se coloque el segundo. Sin embargo, no existe distinción alguna entre estos dos puntos y los destinos añadidos después, ya que todos son tratados como lugares por los que se ha de pasar y lo único que influye en la ruta resultante es el orden en que se coloquen.
- **Guardado de puntos de interés y rutas:** la aplicación nos permite guardar las localizaciones y las rutas más comunes o que nos resulten de especial interés. De esta forma, en caso de que más adelante se elaboraran nuevas rutas en las que estos puntos frecuentes tuvieran que estar presentes o se quisiera volver a consultar una ruta ejecutada con anterioridad no habría más que acceder a la colección de elementos guardados y reutilizarlos de nuevo.

- **Intérprete de direcciones escritas y sobre mapa:** las direcciones de las localizaciones de la ruta pueden ser introducidas tanto seleccionando el punto sobre el mapa como escribiendo su dirección física en el campo habilitado al efecto. En el caso de la selección del punto en el mapa se tendrá que elegir en un menú de qué tipo de punto se trata (origen, destino o destino adicional), mientras que en el caso de la dirección escrita se tendrá que optar entre las distintas posibilidades ofrecidas para autocompletar la dirección a medida que se rellena, puesto que el tipo de punto ya viene dado por el campo en el que se escribe la dirección.
- **Rutas a pie, en vehículo y en transporte público:** el planificador de rutas ofrece la opción de elegir entre conducir, caminar o usar transporte público para efectuar el desplazamiento, y proporciona un resultado diferente en función de la opción elegida. En todos los casos, se elabora una lista detallada de los pasos a seguir, pero sin embargo no se tienen en cuenta aspectos de accesibilidad como las estaciones de metro con ascensores o los autobuses con rampa para discapacitados.
- **Información del estado actual del tráfico:** en esta herramienta también está disponible la opción de mostrar el estado del tráfico en las principales vías, lo cual es una opción muy a tener en cuenta en caso de utilizar automóvil o transporte público para el desplazamiento. El intervalo de actualización de estos datos puede variar ostensiblemente en función de la zona, aunque siempre es posible consultar a qué hora se realizó la última actualización.
- **Sugerencias de rutas:** en ciertos casos la aplicación ofrece al usuario distintos itinerarios posibles. Esto sucede en ocasiones en que haya varias combinaciones de transporte público disponibles o en caso de que existan varias rutas posibles cuyo tiempo varía en función del estado del tráfico. El usuario puede elegir que se muestre cualquiera de ellas.

- **Crear, guardar y compartir mapas personalizados:** existe una funcionalidad que permite a los usuarios crear mapas personalizados y guardarlos o compartirlos con otras personas. En estos mapas personalizados es posible colocar marcadores de posición (con comentarios e icono personalizados), líneas, trayectos sobre carreteras o calles, formas geométricas demarcando zonas, etc.
- **Vista del entorno a pie de calle:** en una gran cantidad de calles y vías de circulación existe la posibilidad de bajar la vista hasta pie de calle de tal modo que se visualice el entorno que se observaría desde esa ubicación.

Además de las funcionalidades descritas de la aplicación web, la aplicación móvil cuenta con opciones adicionales:

- **Sistema de geoposicionamiento:** valiéndose de diversas técnicas de geolocalización la aplicación móvil es capaz de ubicar el dispositivo en el espacio, haciendo posible su utilización como navegador de viaje.
- **Navegación guiada por voz:** la aplicación móvil ofrece la posibilidad de guiar al usuario a través de la ruta mediante un mecanismo de instrucciones por voz similar a las de los sistemas GPS de los vehículos. En este caso, la función es aplicable tanto a rutas a pie como en automóvil, y sigue los pasos de la lista de instrucciones generada al crear la ruta.

La aplicación en general es bastante completa, pero no obstante presenta también notables carencias. A continuación se pasará a describir las principales funcionalidades que se echan en falta para que pudiera ser considerada un competidor directo de WayFiS:

- **Puntos de interés guardados no personalizables:** los puntos de interés que el usuario guarda en las colecciones no pueden ser renombrados con un título descriptivo. De esta manera el único

factor que permite diferenciar unos puntos de otros son el nombre de la calle y el número, lo cual en muchos casos no es suficientemente claro. Esto supone un gran problema para las personas mayores, ya que no tienen la misma capacidad de retentiva que una persona joven y les resulta complicado recordar los nombres de las calles en los que se ubican incluso los lugares que más frecuentan, siendo mucho más fácil para ellos recordar un punto otorgándole un nombre descriptivo (como “Casa de mi hija” en lugar de “Calle de Espoz y Mina 23”).

- **Rutas guardadas no personalizables:** las rutas guardadas no pueden renombrarse y quedan identificadas por las direcciones de origen y destino. Puede considerarse por tanto como un problema parejo al anterior.
- **Mostrar sólo ciertas categorías de puntos de interés:** los mapas que emplea esta aplicación están repletos de información sobre establecimientos, museos, monumentos, etc., pero sin embargo no se cuenta con la posibilidad de mostrar tan sólo algunos de estas localizaciones, o de filtrarlas según su tipo para no abrumar al usuario con información. Las personas mayores pueden verse fácilmente superadas por este exceso de información, y por ello este aspecto sería muy necesario en caso de que la herramienta se enfocara a ellos. De ser así, deberían poder mostrarse únicamente categorías de interés primario para las personas mayores, como hospitales, centros de asistencia, comisarías, farmacias, aseos públicos, etc.
- **Escasa personalización de perfil del usuario:** la configuración personal del perfil de usuario no permite establecer preferencias de transporte ni limitaciones de movilidad que se tengan en cuenta a la hora de realizar los cálculos de las rutas. Este factor es determinante para un buen planificador de rutas para personas mayores y/o con movilidad reducida.

Como ya se dijo al principio, Google Maps puede considerarse como una de las referencias en el campo de las aplicaciones de mapas, y a día de hoy es posiblemente la herramienta más frecuentemente usada por el público general para consultar ubicaciones geográficas y planificar desplazamientos. Evidentemente esta difusión tan extensa entre el público es producto de su extensa funcionalidad, que cubre ampliamente las necesidades habituales de un usuario estándar. Pero precisamente por ser una herramienta orientada a ser de propósito general presenta algunas carencias al enfocarla hacia ciertos usos específicos, como es el caso de su utilización por parte de personas mayores. Por ello se podría concluir que si bien es una gran herramienta para la planificación de rutas de propósito general, no debería considerarse un competidor directo de WayFiS.

NOKIA HERE

Esta aplicación, antes conocida como Nokia Maps [7] [15] , y perteneciente a la multinacional finlandesa Nokia, cuenta con versiones tanto para navegador web como para dispositivos móviles. Las funcionalidades que ofrece son bastante similares a las de WayFiS, con la salvedad de que está orientada a un uso general y no está adaptada a personas con necesidades especiales, como los mayores. Por lo tanto, nos encontramos en una situación similar a la del punto anterior con Google Maps: la divergencia entre la aplicación analizada y WayFiS en cuanto al público objetivo. No obstante, debido a su importante presencia en el mercado, pasaremos a analizar esta herramienta como segundo y último representante del sector de aplicaciones de mapas de propósito general y a mostrar sus virtudes y defectos en cuanto a su uso por parte de la tercera edad.

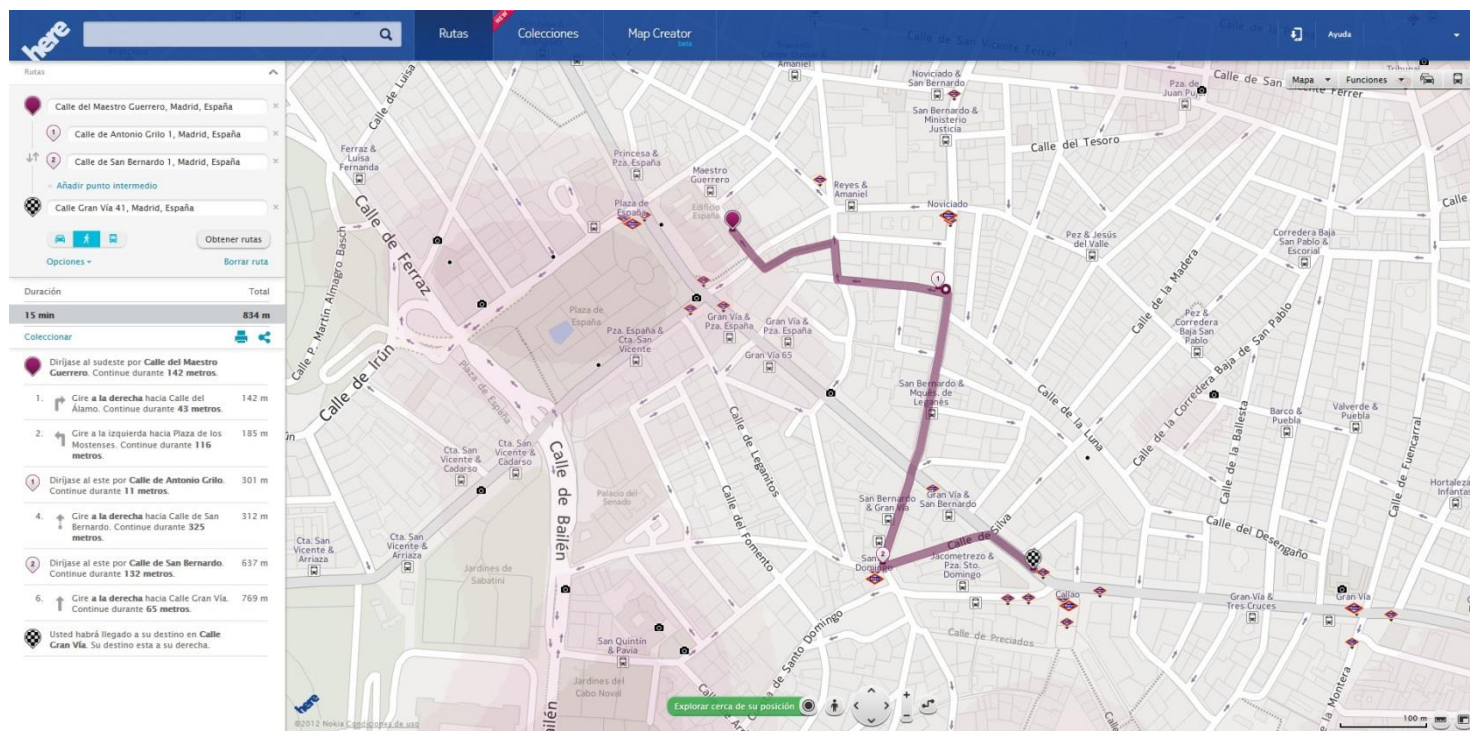


ILUSTRACIÓN 2: NOKIA MAPS

La aplicación web cuenta con las siguientes características:

- **Planificación de rutas:** como viene siendo habitual en aplicaciones de este género, la planificación de rutas es su elemento básico y más reconocible. La herramienta cuenta con la capacidad de encontrar una ruta entre dos o más puntos dados ciertos parámetros y/o restricciones, y proveer al usuario de una lista con la información detallada de los pasos a seguir para recorrerla. Adicionalmente, la ruta obtenida se representa gráficamente sobre el mapa, destacando la localización de los puntos de partida y destino así como de los puntos intermedios.
- **Puntos intermedios:** son localizaciones intermedias por las que ha de pasar la ruta. La aplicación ofrece la opción de establecer tantos como se desee para una misma ruta. Estos puntos son emplazamientos independientes, de tal forma que la inclusión o eliminación de uno de ellos implica un recálculo de la ruta (puesto

que las necesidades de la ruta se ven modificadas) pero en ningún caso modifican el punto de partida y destino.

- **Colecciones de puntos de interés y rutas:** la aplicación nos permite guardar las localizaciones y las rutas más comunes o que nos resulten más interesantes organizadas en listas. De esta forma, en caso de que más adelante se elaboraran nuevas rutas en las que estos puntos frecuentes hayan de estar presentes, o se quisiera volver a consultar una ruta ejecutada con anterioridad no habría más que acceder a la colección en la que esté almacenado y reutilizarlo de nuevo.
- **Localizaciones de interés cercanas:** esta opción nos permite mostrar de forma gráfica en el mapa establecimientos, entidades y comercios de interés en las proximidades de la ruta. Los establecimientos que podemos mostrar en el mapa están clasificados en 4 categorías diferenciadas: Comer y beber, Compras, Turismo y museos y Ocio. Al desplegar una de estas opciones en el mapa se dibujan, en su correspondiente localización geográfica, los iconos de los establecimientos de dicha categoría, y al pasar el cursor sobre alguno de ellos se muestra un panel con información ampliada.
- **Direcciones escritas y sobre mapa:** las direcciones de la ruta pueden ser introducidas tanto seleccionando el punto sobre el mapa como escribiendo su dirección física. Si se selecciona un punto en el mapa se deberá elegir en un menú el tipo de punto (partida, destino o intermedio), y si por el contrario se escribe la dirección se tendrá que elegir una de las direcciones sugeridas por la aplicación para autocompletar, ya que el tipo de punto viene dado por el campo en el que se ha escrito la dirección.
- **Rutas a pie, en vehículo y en transporte público:** el planificador de rutas ofrece una funcionalidad que no sólo se limita a rutas para vehículos como un dispositivo GPS de automóvil. La aplicación

ofrece al usuario la posibilidad de elegir cómo pretende realizar su desplazamiento: a pie, en un vehículo o utilizando transporte público. En cualquiera de los casos, el sistema elabora una ruta adecuada a los criterios del usuario recorriendo todos los puntos especificados, con la única salvedad de que las rutas de transporte público a día de hoy no pueden planificarse utilizando puntos intermedios.

- **Información del estado actual del tráfico:** la herramienta cuenta con la opción de mostrar los incidentes y la fluidez del tráfico, aunque sólo está disponible para autovías, autopistas y otras vías principales.

Además de las funcionalidades descritas de la aplicación web, la aplicación móvil cuenta con opciones adicionales:

- **Descarga del mapa de una zona para uso offline:** dado que el uso de esta aplicación en un dispositivo móvil necesita una conexión a internet operativa para consultar los mapas y ya que no todos los dispositivos de este tipo cuentan con cobertura en ciertos lugares o con una conexión de datos permanente, es posible descargar una zona del mapa para su consulta offline. En este caso, se podrá consultar el mapa pero no los puntos de interés (establecimientos, teatros, museos, etc.) y otros servicios para los que sea indispensable la conexión (como por ejemplo el estado del tráfico).
- **Navegación guiada por voz:** el sistema cuenta con la posibilidad de guiar al usuario mediante instrucciones interpretadas por un agente de voz, utilizando instrumentos de geoposicionamiento para conocer la ubicación actual del dispositivo y siguiendo a partir de ahí las directrices estipuladas en la lista de instrucciones de la ruta.

Nokia Here es una aplicación bastante completa para la planificación de rutas, especialmente al combinar sus variantes web y móvil, pero no obstante no dispone de ciertas funcionalidades muy importantes en el campo específico de la movilidad para personas mayores:

- **Puntos de interés guardados no personalizables:** una vez se han guardado en las colecciones, los puntos de interés se muestran identificados por la ubicación a la que representan, pero no se ofrece la posibilidad de renombrarlos o de asignarles una etiqueta que los haga más identificables. En muchos casos, y particularmente en el de las personas mayores, resulta muy difícil relacionar los puntos guardados con su ubicación física o con la localización que representan. Por ello es necesario permitir al usuario dar un nombre a más familiar a los puntos de interés que guarda, para que le resulte más fácil relacionarlos con lo que en verdad representan.
- **Rutas guardadas no personalizables:** nos encontramos de nuevo en el problema del punto anterior, haciéndolo extensivo en esta ocasión a las rutas guardadas.
- **Sistema de reutilización de puntos de interés poco intuitivo:** para reutilizar un punto previamente guardado no se puede hacer desde el panel de creación de rutas. Para ello hay que acudir primero a la pestaña de Colecciones, seleccionar allí el punto y elegir la opción “Obtener rutas” (cuyo nombre no dice mucho de su funcionalidad). Al activar esa opción no se nos da a elegir entre los diversos papeles que puede ejercer el punto, sino que se establece de imperativamente como punto de destino si la ruta está totalmente vacía, o como punto de origen si la ruta ya tiene punto de destino. Además no es posible utilizarlo como punto intermedio a no ser que previamente se hayan establecido un punto de origen o de destino en la ruta. Todo este sistema es muy enrevesado y poco intuitivo, y podría simplificarse dando a elegir en la interfaz de creación de ruta entre usar un punto nuevo o uno guardado o incluso en la pestaña de Colecciones preguntando por el papel que queremos que realice el punto que queremos cargar. Para una persona mayor este apartado, por muy simplificada que sea la manera en que se aborde, puede resultar difícil y enrevesado, por lo que añadirle una complejidad adicional totalmente innecesaria carece de todo sentido.

- **Ausencia de categorías de puntos de interés para mayores:** entre las categorías de puntos de interés con las que cuenta la aplicación no figura ninguna de interés primario para las personas mayores, como hospitales, centros de asistencia, comisarías, farmacias, aseos públicos, etc.
- **Escasa personalización de perfil del usuario:** no es posible configurar el perfil personal del usuario para indicar qué lugares han de tomarse en cuenta a la hora de efectuar sus rutas, como hospitales, farmacias, aseos públicos, restaurantes, etc. Este es un factor muy importante para que las personas mayores y/o con movilidad reducida puedan desplazarse con confianza y sepan dónde acudir en caso de necesitarlo.

En conclusión, podría decirse que esta herramienta es bastante completa y cubre satisfactoriamente las necesidades de un usuario estándar en cuanto a planificación de rutas e información del entorno, aunque tiene ciertas carencias en cuanto a personalización. Sin embargo, al no estar enfocada a un público específico, como es el caso de WayFiS con las personas mayores, no hace especial énfasis en los aspectos particulares que hacen de una herramienta de este tipo algo útil para estas personas. Por lo tanto, se puede decir que es una buena alternativa de planificación de rutas, pero no un competidor directo de WayFiS.

PLANIFICADORES DE PROPÓSITO ESPECÍFICO

Existe una segunda categoría de planificadores, a la que pertenece WayFiS, que hacen especial hincapié en aspectos específicos a la hora de establecer los parámetros de las rutas y se centran más en las características del usuario para proporcionar unos resultados más personalizados. Por lo general, estas aplicaciones calculan sus resultados no sólo contemplando el origen y el destino de las rutas, sino otros aspectos que puedan resultar de interés para el usuario, como los

establecimientos cercanos que más puedan interesarle en función de su perfil o los lugares próximos que merece la pena visitar según sus gustos que haya mostrado previamente. A continuación se ofrecerá un análisis de dos herramientas cuyas funcionalidades se asemejan a las ofrecidas por WayFiS y se comentarán los pros y los contras de su utilización orientada a personas mayores. Estas dos herramientas son Foxytour [12] y Handimap [14] :

FOXYTOUR

Foxytour [12] es una aplicación que permite gestionar etiquetas virtuales que funcionan como “post-it” digitales que pueden ser vistos y editados desde un dispositivo móvil o cualquier otro aparato capaz de determinar su localización. Estas etiquetas pueden ser mostradas sobre un mapa, pero también pueden funcionar como información de un entorno de realidad aumentada, en cuyo caso aparecerán superpuestas a la vista del entorno a través del dispositivo móvil del usuario.



ILUSTRACIÓN 3: FOXYTOUR

Estas etiquetas son establecidas por los propios usuarios, quienes a su vez puntúan el lugar (restaurantes, museos, etc.) y hacen comentarios para que los vean los otros usuarios. Este enfoque colaborativo favorece la implicación de los usuarios con el sistema haciendo que la participación activa de estos tenga un papel fundamental en el desarrollo de la herramienta y sus contenidos.

El funcionamiento de la aplicación se ilustra más claramente mediante el uso de ejemplos. Pongamos que un guía de montaña etiqueta un área en que sospecha que hay riesgo de avalancha; esta información sirve al sistema para que automáticamente informe a otros usuarios que se encuentren cerca de ese punto crítico del riesgo detectado. Un segundo ejemplo podría ser el de un usuario que acude un restaurante y decide etiquetarlo en la aplicación y dejar que la gente escriba sus comentarios valorándolo. Como puede verse, las etiquetas se fijan en el mapa no sólo para el usuario que las pone, sino para todos los usuarios de la plataforma, de tal manera que la comunidad de usuarios sea la principal generadora de información.

Las etiquetas funcionan mediante sistemas de geocodificación, o lo que es lo mismo, sistemas capaces de situar geográficamente la localización de direcciones físicas o coordenadas y ubicarlas sobre un mapa. Los servicios que permiten geocodificación pueden ser clasificados en dos categorías, ambas con una ventaja y una desventaja principales:

- Los servicios no colaborativos, donde un particular pone etiquetas. La calidad de la información es a menudo buena, pero no está necesariamente actualizada.
- Los servicios colaborativos, donde los usuarios ponen etiquetas por sí mismos. La información es libre y a menudo está actualizada, pero el usuario desconoce la calidad de los datos.

FoxyTour incluye una solución que permite aprovechar ambos servicios: un motor de confianza capaz de gestionar e informar al usuario sobre la relevancia de un dato en un contexto particular. Concretamente, este motor de confianza analiza los comentarios de los usuarios en las etiquetas y crea comunidades virtuales de gente que comparte los mismos

gustos e intereses. Así, cuanto más se involucra el usuario en el sistema, más relevante se considera la información que aporta.

Además del motor de confianza, Foxytour cuenta con las siguientes funciones:

- **Creación de etiquetas de usuarios para usuarios:** los usuarios de la herramienta pueden añadir etiquetar establecimientos, museos, paradas de transporte público y cualquier otro elemento que consideren de interés para la comunidad.
- **Información de lugares extendida:** las etiquetas pueden ser complementadas con enlaces multimedia a vídeos, artículos enciclopédicos (como Wikipedia [35]) o a cualquier contenido multimedia, de tal forma que la etiqueta no sea tan sólo una indicación, sino también una completa fuente de información sobre el lugar. A través del motor de confianza, la aplicación muestra automáticamente a cada usuario las etiquetas más relevantes en función de sus gustos e intereses y le da la opción de comentar y completar etiquetas puestas por otros usuarios, que a su vez sirven para consolidar su red de confianza.
- **Comentarios sobre lugares:** los usuarios pueden realizar comentarios y puntuar los lugares representados por etiquetas. Así otros usuarios pueden consultar la opinión de la comunidad sobre esos lugares y valorar si son de su interés.
- **Tour adaptados a las preferencias del usuario:** la herramienta es capaz de mostrar rutas turísticas cercanas adaptadas a las preferencias del usuario basándose en sus gustos e intereses.
- **Vistas del entorno con realidad aumentada:** en caso de que el dispositivo en el que se encuentre la aplicación cuente con cámara la aplicación ofrece la posibilidad de mostrar información ampliada del entorno a través de una función de realidad aumentada, que

reconoce el lugar y muestra la información disponible de los lugares relevantes cercanos.

- **Consulta de mapas offline:** la aplicación es capaz de funcionar en modo offline. Las etiquetas y los mapas pueden guardarse en el teléfono evitando así, por ejemplo, los costes derivados del tráfico de datos en el extranjero o haciendo posible su consulta en entornos en los que no se dispone de cobertura.
- **Lectura de códigos de identificación:** decodifica códigos de barras y RFID. Por ejemplo, en lugares como museos y galerías es suficiente con enfocar el teléfono hacia el código para poder interpretar la etiqueta y consultar la información asociada.

Pese a todas estas funcionalidades, Foxytour no deja de estar enfocado al uso turístico e informativo en entornos urbanos, además de depender fuertemente del tamaño e implicación de su comunidad de usuarios en lo que respecta a la cantidad y calidad de su contenido. Ofrece la posibilidad de consultar rutas turísticas pero no de buscar rutas entre puntos concretos ni de establecer parámetros de interés que se tengan en cuenta a la hora de establecer estas rutas, al margen de lo que la propia aplicación extraiga de la interacción del usuario a través de las etiquetas y comentarios que este incluya y consulte. Por lo tanto, a pesar de poder servir como herramienta para las personas mayores en ocasiones puntuales (por ejemplo, para ubicarse en una situación de desorientación a través de la función de realidad aumentada), es una aplicación de utilidad limitada para las personas de este colectivo, y por lo tanto no supone un sustituto de WayFiS.

HANDIMAP

Handimap [14] es una aplicación gratuita que permite calcular itinerarios accesibles para personas con movilidad reducida y mostrar en las rutas distintos tipos de ubicaciones de interés ligadas a la accesibilidad.

Actualmente está limitada al entorno de dos ciudades francesas: Rennes (donde se desarrolló originalmente) y Montpellier. La idea de esta aplicación es en cierta medida similar a la de WayFiS, con la salvedad de que está orientada a personas con movilidad reducida y no a personas mayores. Es decir, Handimap es una herramienta de planificación de rutas principalmente orientada a la accesibilidad de los entornos urbanos en los que opera, no una aplicación pensada facilitar los desplazamientos urbanos personas mayores que adapte las rutas a sus necesidades específicas.

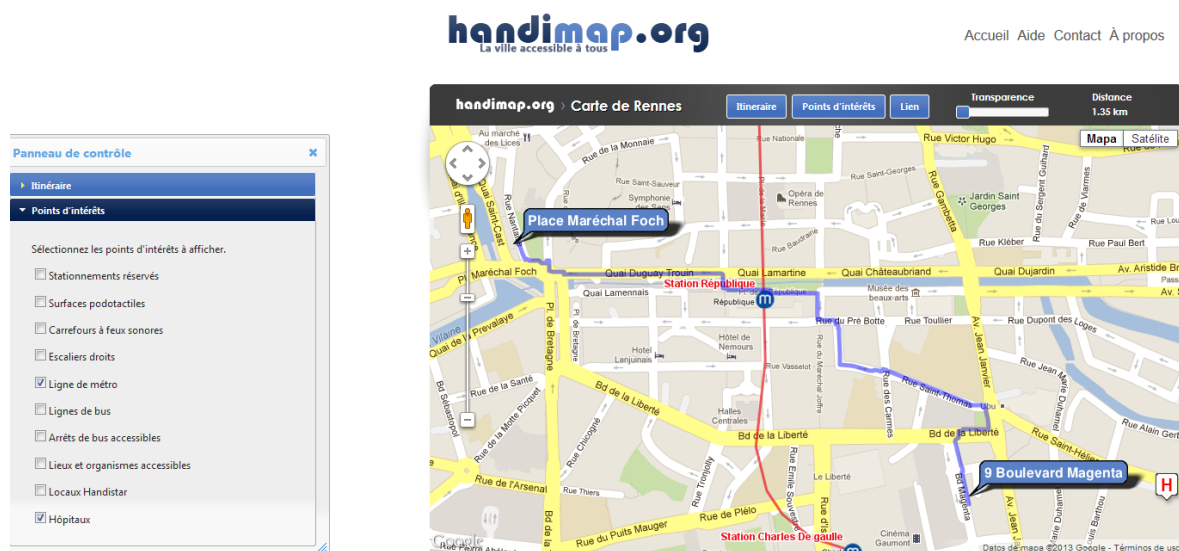


ILUSTRACIÓN 4: HANDIMAP

En definitiva, Handimap tiene más de servicio municipal de accesibilidad para el ciudadano que de herramienta de asistencia para la tercera edad, lo que no excluye que los mayores, al igual que cualquier otro ciudadano, puedan beneficiarse de sus servicios para conocer los caminos más accesibles.

La aplicación se basa en un panel lateral en el que se establecen los puntos de origen y destino y los puntos de interés que se desean mostrar, y tras calcular la ruta toda esta información se despliega en el mapa adyacente. El resultado es una ruta accesible (en caso de que sea posible)

entre ambos puntos, teniendo en cuenta ciertos parámetros de accesibilidad del entorno.

Las funciones de Handimap son las siguientes:

- **Planificación de rutas accesibles:** la aplicación es capaz de calcular la ruta más accesible entre dos puntos empleando la información sobre las características de accesibilidad del entorno urbano. En caso de que no sea posible trazar un itinerario completamente accesible, el usuario es informado de ello y el modo de accesibilidad del itinerario resultante pasa de *Accesible* a *Peatón*, que conlleva menos restricciones de accesibilidad.
- **Visualización de las características de accesibilidad de las aceras:** una de las capas de información adicional que pueden añadirse al mapa (a día de hoy tan sólo en la ciudad de Montpellier) es la que permite visualizar el tipo y nivel de accesibilidad de las aceras de las calles de la ciudad: si son plenamente accesibles, si lo es tan sólo el lado izquierdo o derecho o si no lo son (o no se dispone de información para determinarlo).
- **Visualización de información adicional sobre accesibilidad del entorno:** otra funcionalidad de que dispone el apartado de puntos de interés es la de mostrar los lugares en que se encuentran los dispositivos asociados a la accesibilidad del tránsito peatonal, tales como los semáforos con aviso sonoro, las plataformas de pavimento táctil, los establecimientos accesibles (tanto privados como públicos), las plazas de aparcamiento reservadas para discapacitados, etc. No obstante, algunos de estas posibilidades están únicamente disponibles para una de las dos ciudades.
- **Rutas no personalizadas para el usuario:** Handimap hace de las rutas urbanas accesibles su principal fin y como tal no ahonda en los problemas o necesidades particulares que pudiera tener un usuario concreto. Por ello no se dispone de cuentas de usuario en las que cada persona pueda establecer sus intereses particulares en cuanto

a los parámetros a considerar en las rutas. Esto lleva a que tampoco puedan guardarse rutas o puntos para usos posteriores ya que no se efectúa la identificación del usuario, lo cual si bien disminuye la complejidad de su uso reduce también su potencial. Por lo tanto, cada vez que una persona desea calcular una ruta tiene que introducir toda la información desde cero, sin la posibilidad de reutilizar los puntos empleados con anterioridad. Este aspecto distancia notablemente a Handimap de WayFiS en cuanto a usabilidad, ya que nuestro proyecto sí que permite guardar y reutilizar los puntos y rutas habituales de los usuarios, facilitando así la labor de consultar rutas frecuentes. Adicionalmente, al no existir la posibilidad de establecer un conjunto de localizaciones de interés específicas del usuario, el sistema no integra ningún tipo de punto de interés en las rutas, y se limita a establecer el itinerario entre los puntos de origen y destino.

- **Visualización de los transportes públicos sin integración en ruta:** otra de las funciones de la sección de puntos de interés es la de ofrecer un diagrama de las rutas del metro y los autobuses de la ciudad, así como de sus paradas y la accesibilidad de éstas. Sin embargo, no es posible integrar estos transportes en las rutas que planifica la aplicación (algo que sí hace WayFiS) por lo que los datos que se ofrecen sobre el transporte urbano tienen una utilidad parcial, puesto que son meramente informativos.
- **Posibilidades limitadas para especificar la ruta:** como ya se ha comentado anteriormente, en Handimap no existe la posibilidad de cargar una ruta previamente calculada o de establecer un punto usado antes en otra ruta, pero existen limitaciones adicionales de usabilidad en lo que respecta a la especificación de los puntos de la ruta. Ya que se dispone de un mapa, que a ojos del usuario es plenamente funcional, debería permitirse la opción de establecer los puntos de origen y destino interaccionando con él en caso de que el usuario conozca la ubicación física del lugar; sin embargo, la única opción disponible es escribir el nombre de la localización en

los campos habilitados al efecto, en los que, eso sí, se cuenta con un servicio de autocompletado para facilitar la tarea. No obstante, el mecanismo de autocompletado se toma la libertad de sustituir la dirección introducida por la más parecida en caso de que ésta no figure en su registro sin informar de ello al usuario, lo que puede dar lugar a confusiones.

- **No orientado a personas mayores:** la aplicación no está adaptada a su uso por parte de las personas mayores, y por lo tanto la interfaz carece de la usabilidad que se esperaría de una aplicación de estas características. Un ejemplo de esto podríamos verlo en el modo de visualización de los puntos de interés, que cubre todo el mapa con las ubicaciones de los tipos seleccionados, suponiendo una sobrecarga de información innecesaria para una persona mayor; sería mucho más adecuado mostrar tan sólo los que se encontrasen en las proximidades de la ruta para minimizar el impacto en este grupo de usuarios.
- **Ámbito de acción local:** Handimap tiene un ámbito de aplicación localizado: Rennes y Montpellier. Al estar sólo disponible en estas dos ciudades francesas está justificado que actualmente esté sólo en idioma francés.

En conclusión, Handimap es una herramienta muy útil en el aspecto de las rutas accesibles en Rennes y Montpellier, y supone un gran servicio para los ciudadanos de estas dos ciudades, pero no obstante, no supone competencia para WayFiS ya que ambas aplicaciones a pesar de sus parecidos están enfocadas a finalidades, ámbitos y públicos diferentes.

OTROS PROYECTOS EUROPEOS

En el entorno europeo existen iniciativas de financiación para programas de investigación y desarrollo destinados a mejorar la calidad de vida de las personas mayores mediante la utilización de las tecnologías de la

información y la comunicación (TIC), y WayFiS está enmarcado dentro de dos de ellas: Ambient Assisted Living (AAL) [5] y como JTI del programa marco FP7 (7th Framework Programme [9]).

El programa de financiación AAL en particular alberga numerosos proyectos orientados a las personas mayores, y regularmente abre convocatorias (o *calls*) de temática específica, como por ejemplo es el caso de la que enmarca al proyecto WayFiS, orientada a la movilidad. Es de esperar por lo tanto que algunos de los proyectos adscritos a una misma convocatoria de este programa compartan ciertos rasgos comunes. En este apartado vamos a analizar dos de ellos, actualmente en fase de desarrollo: Stimulate [32] y Entrance [11] .

Hay que tener en cuenta que por el momento no es posible hacer un análisis extenso de estas herramientas puesto que no se dispone de información pública relevante sobre el estado del desarrollo ni de las funcionalidades implementadas. En su lugar se procederá a comentar los posibles puntos en común que puedan tener con WayFiS.

STIMULATE

Stimulate [32] es una herramienta destinada a facilitar la movilidad y los desplazamientos de las personas mayores, que ofrece una interfaz de planificación a través del ordenador y opciones de optimización de itinerarios y asistencia a través de móviles y tablets.

Esta plataforma permitirá:

- A las personas mayores seleccionar el mejor itinerario de viaje basándose en sus necesidades y capacidades. Además, durante el viaje, les ofrecerá ayuda y asistencia a través del teléfono móvil para hacer más fácil el trayecto y les proporcionará información y consejos sobre las tiendas y establecimientos cercanos.
- A los tour operadores proponer viajes temáticos de relevancia para las personas mayores y servicios optimizados para ellos.

Actualmente no se ha publicado apenas información sobre el estado del desarrollo de este proyecto, pero dado lo similar del planteamiento y la finalidad que busca cubrir convendría seguirlo de cerca para ver hasta qué punto podría considerarse una alternativa a WayFiS.

ENTRANCE

ENTRANCE [11] es una plataforma centrada en la planificación de viajes, en la navegación en exteriores e interiores y en el uso de servicios de internet para adultos y personas mayores. La plataforma cuenta con un terminal fijo con un juego serio y una interfaz multi-sensorial móvil para la navegación y la señalización de rutas. A su vez, también ayudará a las personas mayores a mantener y desarrollar sus capacidades cognitivas.

El terminal fijo consiste en un ordenador que dispone de un software que se adapta a los usuarios con diferentes niveles de dominio de la tecnología. El software tiene usos tales como enseñar al usuario a adquirir tickets o paquetes vacacionales por internet, entre otros.

El juego serio tiene la finalidad de ser utilizado por personas mayores para mejorar su capacidad espacial y, posteriormente, su capacidad de navegar en interiores y exteriores.

La plataforma móvil comprende software de navegación, que a su vez también se utiliza en el juego serio del terminal fijo. Este software de navegación se instala en un dispositivo móvil, y se combina con un sistema de posicionamiento para interiores y exteriores y un dispositivo de navegación táctil (como por ejemplo una pulsera) para dar instrucciones y mensajes informativos durante la navegación.

La funcionalidad principal de ENTRANCE es diferente a la de WayFiS, aunque compartan ciertas características como la navegación y asistencia en exteriores e interiores través de un dispositivo móvil. Si bien es cierto que a fecha de hoy no se cuenta con demasiada información relevante

sobre el estado actual del proyecto, no parece que vaya a suponer una alternativa a WayFiS, sino más bien una útil herramienta complementaria.

3 ANÁLISIS

3.1 OBJETIVO

El objetivo del análisis es la obtención de una especificación detallada de las funciones y características que el sistema deberá incluir para cubrir las necesidades de los distintos usuarios, y que a su vez sirva como referencia en la elaboración del diseño.

En esta fase se analizarán las principales funcionalidades que ha de contener el sistema y los posibles usuarios que pueden actuar en él. Finalmente, todo ello se verá representado en un diagrama de casos de uso en el que se representarán las relaciones entre los actores y las funcionalidades y de éstas entre sí.

3.2 DEFINICIÓN DE ALCANCE DEL SISTEMA

El sistema a desarrollar consiste en una aplicación para planificar rutas personalizadas para personas mayores y/o discapacitadas adaptándose a sus necesidades y guiarles a lo largo de éstas a tiempo real. Como ya se detalló en la sección de introducción de este documento, el sistema tiene numerosas funcionalidades, que en la práctica se traducen en varios módulos. El apartado desarrollado por el estudiante corresponde a un subconjunto de los módulos del sistema final, y aunque comprende varios de los más importantes no abarca todos. Módulos como el de la aplicación móvil de seguimiento de rutas en tiempo real o el módulo de descubrimiento de conocimiento quedaron fuera del ámbito desarrollado por el estudiante, y por ello no se cubrirán en este apartado de análisis. Las funcionalidades principales del conjunto de módulos desarrollados por el estudiante y que por consiguiente se cubren en este apartado de análisis son las siguientes:

- **Guardado de rutas:** La aplicación permitirá al usuario guardar las rutas que haya creado, de modo que pueda volver a acceder a ellas en el futuro.
- **Carga de rutas:** La aplicación permitirá al usuario cargar rutas que previamente haya guardado. Cada ruta estará identificada por un nombre dado por el usuario.
- **Guardado de puntos de interés:** La aplicación permitirá al usuario guardar los puntos de interés de la ruta, tales como el punto de inicio o final, o los puntos intermedios establecidos por el usuario.
- **Cargado de puntos de interés:** La aplicación permitirá al usuario cargar puntos de interés guardados previamente para introducirlos en una nueva ruta. De esta forma podrá establecer el inicio, el final o un punto intermedio de una nueva ruta simplemente cargando un punto personal anteriormente guardado.
- **Creación de nuevas rutas:** La aplicación permitirá al usuario crear nuevas rutas a partir de, como mínimo, un punto de inicio y un punto de final. La optimización de la ruta queda a cargo del planificador, que tomará en cuenta diferentes parámetros como los puntos intermedios y las limitaciones de movilidad del usuario para adecuarlo a sus necesidades de la manera más óptima posible.
- **Análisis de una ruta:** La aplicación permitirá al usuario visualizar los diferentes tramos de una ruta para analizar las diferentes etapas a recorrer (distancias, nombre de las calles, medios de transporte, etc.).

Además de estas funciones, el estudiante también ha desarrollado otros apartados que no se traducen directamente en funcionalidades visibles para el usuario pero que conforman la arquitectura tecnológica que posibilita que las expuestas puedan llevarse a cabo. Sin embargo, y teniendo en cuenta que nos encontramos en la fase de análisis en la que lo principal es destacar las funciones de que dispondrá la aplicación y que

dichas funcionalidades no están disponibles para el usuario sino que suponen servicios adicionales disponibles a nivel interno, no se ahondará en ellas, quedando como las principales funciones las listadas anteriormente.

3.3 DEFINICIÓN DE ACTORES

En la totalidad del proyecto aparecen diversos tipos de actores, que de forma esquemática y dependiendo de la función que desempeñan podrían clasificarse, grosso modo, en usuario y administrador o cuidador. Si bien en el conjunto del proyecto en el que se enmarca este trabajo existen estos actores potenciales, en el apartado del proyecto abarcado por esta memoria, el único actor involucrado es el usuario. Aspectos propios del administrador como la gestión de cuentas de usuario y/o del conjunto del sistema, quedan fuera de los objetivos de este bloque y por tanto no son ni serán abordados.

- **Usuario:** es cualquier persona que utiliza el sistema con la intención de obtener rutas personalizadas. Este actor tiene la capacidad de acceder a la aplicación con la finalidad de visualizar rutas, ya sea generando nuevas o cargándolas de entre las previamente guardadas. En el proceso de creación de una ruta, el usuario puede elegir entre varios mecanismos a la hora de establecer los puntos que definirán la ruta, pero independientemente del que elija, podrá guardarlo en su registro personal de lugares de interés y reutilizarlo en ocasiones posteriores. El número de rutas y puntos de interés que puede guardar un usuario es, en principio, ilimitado.

Antes de empezar a describir las funcionalidades, habría que puntualizar un detalle que afecta al usuario. El término *Usuario*, tal y como se utiliza aquí, es en todo momento sinónimo de “usuario registrado”, ya que tanto el registro como la identificación de usuarios se realiza a través de la página web y es únicamente desde ésta desde donde se tiene acceso a la aplicación que nos ocupa. Esto significa que no hay modo alguno en que

una persona pueda acceder a la aplicación sin antes registrarse en la página web, y que por tanto cualquier usuario del sistema de planificación online de rutas es un usuario registrado, que posee una cuenta propia y que es capaz de guardar rutas y puntos de interés personales. Por coherencia, se ha añadido un requisito y un caso de uso referentes al registro del Usuario en el sistema, si bien éste sería el único punto que podría realizar en la plataforma un usuario no registrado.

3.4 REQUISITOS DEL SISTEMA

En este apartado se formalizará y refinará el conjunto de requisitos de tal forma que quede constancia de todas y cada una de las funcionalidades que ha de incluir el producto final. Estos requisitos han de estar especificados de forma clara, concisa y detallada, de tal forma que no den lugar a ambigüedades. La rigurosidad y exactitud de esta sección es muy importante ya que tendrá una repercusión directa en las posteriores fases de diseño, implementación y pruebas.

Requisitos Funcionales	
Código	Nombre
RF-001	Registro en el sistema
RF-002	Iniciar sesión en el sistema
RF-003	Cerrar sesión en el sistema
RF-004	Cambiar configuración de la cuenta de usuario
RF-005	Cambiar preferencias de salud de la cuenta
RF-006	Guardar ruta
RF-007	Consultar rutas guardadas
RF-008	Cargar ruta guardada
RF-009	Eliminar ruta guardada
RF-010	Editar ruta guardada
RF-011	Guardar punto de partida de una ruta como punto de interés
RF-012	Guardar punto de destino de una ruta como punto de interés
RF-013	Guardar punto intermedio de una ruta como punto de interés
RF-014	Consultar puntos de interés guardados
RF-015	Eliminar punto de interés
RF-016	Editar punto de interés
RF-017	Introducir punto de partida desde el mapa
RF-018	Introducir punto de partida escribiendo su dirección
RF-019	Introducir punto de partida cargando un punto de interés
RF-020	Introducir punto de destino desde el mapa
RF-021	Introducir punto de destino escribiendo su dirección
RF-022	Introducir punto de destino cargando un punto de interés
RF-023	Introducir punto intermedio desde el mapa
RF-024	Introducir punto intermedio escribiendo su dirección
RF-025	Introducir punto intermedio cargando un punto de interés
RF-026	Eliminar punto intermedio
RF-027	Generar nueva ruta
RF-028	Mostrar otra ruta creada/cargada
RF-029	Ver etapas de la ruta de forma detallada
RF-030	Cerrar una ruta
RF-031	Intercambiar los puntos de partida y destino de una ruta
RF-032	Otorgar un nombre unívoco a un punto de interés guardado
RF-033	Otorgar un nombre unívoco a una ruta guardada
RF-034	Aumentar el zoom del mapa
RF-035	Disminuir el zoom del mapa
RF-036	Desplazarse por el mapa

TABLA 1: REQUISITOS FUNCIONALES

Requisitos No Funcionales	
Código	Nombre
RNF-001	Los colores de la aplicación seguirán un tema corporativo
RNF-002	Los mensajes y etiquetas de la aplicación serán concisos y claros
RNF-003	Las secuencias de pasos para realizar tareas han de ser sencillas e intuitivas en la medida de lo posible
RNF-004	Una barra de carga aparecerá en los momentos en que el sistema esté ocupado procesando información
RNF-005	El almacenado de datos y preferencias de los usuarios seguirá los protocolos de seguridad correspondientes
RNF-006	La aplicación de rutas sólo será accesible desde la aplicación web (no dispondrá de una URL de acceso público).
RNF-007	En caso de error el usuario será informado debidamente, utilizando un lenguaje no técnico.

TABLA 2: REQUISITOS NO FUNCIONALES

A continuación se describirán detalladamente cada uno de los requisitos arriba expuestos. Cada requisito cuenta con los campos siguientes:

Identificador: Clave identificativa unívoca que se le asigna a cada requisito para identificarle a lo largo de todo el documento.

Prioridad: Nivel de prioridad que se considera que tiene el requisito respecto al resto del conjunto de requisitos. Los valores que puede tomar este campo son, en orden ascendente de prioridad: Bajo, Normal y Alto.

Estado: Estado actual del requisito. Los valores que puede tomar este campo son: No comenzado, En proceso, Completado.

Necesidad: Necesidad de que sea completado el requisito para el conjunto del sistema. Los valores que puede tomar este campo son, en orden ascendente de necesidad: Baja, Media y Alta. Los requisitos con necesidad baja en la mayoría de los casos pueden considerarse como opcionales, y es posible que finalmente no sean incluidos en la versión final debido a diversas limitaciones.

Autor: Autor del requisito. Los valores de este campo pueden ser: HI Iberia (si era un requisito exigido por la empresa) o A.M.V (si lo propuso el estudiante, Alberto del Moral Vargas).

Requisitos relacionados: Identificadores de otros requisitos del sistema que estén de alguna forma relacionados con el requisito en cuestión.

Descripción: Texto explicativo en el que se desarrolla la finalidad del requisito y la funcionalidad que representa. Este apartado tratará de ser lo más conciso y descriptivo posible a fin de explicar la funcionalidad descrita por el requisito de una forma clara en el menor espacio posible.

RF-001: Registro en el sistema	
Prioridad: Alta	Estado: Completado
Necesidad: Alta	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-002, RF-003	
Descripción:	Para acceder a la aplicación es necesario registrarse en el sistema creando una cuenta personal. Los datos que identifican la cuenta del usuario son su nombre y su contraseña. El nombre que el usuario dé a la cuenta ha de ser una combinación alfanumérica única en el sistema, lo que implica que no podrá elegir como nombre para su cuenta uno que ya haya sido elegido anteriormente por otro usuario. La opción de crear una nueva cuenta estará disponible desde la página web.

TABLA 3: RF-001 REGISTRO EN EL SISTEMA

RF-002: Iniciar sesión en el sistema	
Prioridad: Alta	Estado: Completado
Necesidad: Alta	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-001, RF-003	
Descripción:	Para acceder a la aplicación el usuario ha de identificarse con su usuario y contraseña. Una vez se compruebe su identidad, el usuario tendrá acceso al sistema y se le otorgará acceso a las funcionalidades de la aplicación.

TABLA 4: RF-002 INICIAR SESIÓN EN EL SISTEMA

RF-003: Cerrar sesión en el sistema	
Prioridad: Alta	Estado: Completado
Necesidad: Alta	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-001, RF-002	
Descripción:	Un usuario puede cerrar la sesión en el sistema en cualquier momento y salir de éste. Para ello es necesario que haya iniciado una sesión previamente y que aún se encuentre dentro del sistema. Una vez el usuario cierre la sesión no podrá acceder a ninguna de las funcionalidades del sistema a menos que vuelva a iniciar sesión.

TABLA 5: RF-003 CERRAR SESIÓN EN EL SISTEMA

RF-004: Cambiar configuración de la cuenta de usuario	
Prioridad: Alta	Estado: Completado
Necesidad: Alta	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-001	
Descripción:	El usuario podrá modificar la configuración y parámetros personales (como la contraseña, los datos personales, etc.) de su cuenta en cualquier momento.

TABLA 6: RF-004 CAMBIAR CONFIGURACIÓN DE LA CUENTA DE USUARIO

RF-005: Cambiar preferencias de salud de la cuenta	
Prioridad: Alta	Estado: Completado
Necesidad: Alta	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-001	
Descripción:	El usuario podrá modificar en cualquier momento las preferencias de salud de su cuenta, tales como su nivel de movilidad, las dolencias padecidas y todos los parámetros de salud tenidos en cuenta a la hora de personalizar la planificación de las rutas.

TABLA 7: RF-005 CAMBIAR PREFERENCIAS DE SALUD DE LA CUENTA

RF-006: Guardar ruta	
Prioridad: Alta	Estado: Completado
Necesidad: Alta	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-007, RF-008, RF-009, RF-010, RF-027, RF-033	
Descripción:	Tras pedir al sistema que planifique una ruta, el usuario puede guardar esa ruta en su registro personal para posteriores consultas.

TABLA 8: RF-006 GUARDAR RUTA

RF-007: Consultar rutas guardadas	
Prioridad: Alta	Estado: Completado
Necesidad: Alta	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-006, RF-008, RF-009, RF-010, RF-033	
Descripción:	El usuario podrá consultar la lista de todas las rutas que ha guardado hasta ese momento.

TABLA 9: RF-007 CONSULTAR RUTAS GUARDADAS

RF-008: Cargar ruta guardada	
Prioridad: Alta	Estado: Completado
Necesidad: Alta	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-006, RF-007, RF-009, RF-010, RF-033	
Descripción:	El usuario podrá elegir una de sus rutas guardadas y cargarla. Esto hará que la ruta se cargue y se muestre de nuevo en el sistema.

TABLA 10: RF-008 CARGAR RUTA GUARDADA

RF-009: Eliminar ruta guardada	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Media	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-006, RF-007, RF-008, RF-010, RF-033	
Descripción:	El usuario podrá elegir una de sus rutas guardadas y eliminarla. Esto hará que la ruta se borre del sistema y no pueda ser consultada ni cargada de nuevo.

TABLA 11: RF-009 ELIMINAR RUTA GUARDADA

RF-010: Editar ruta guardada	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Media	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-006, RF-007, RF-008, RF-009, RF-033	
Descripción:	El usuario podrá elegir una de sus rutas guardadas y editar su nombre. El nuevo nombre que el usuario le asigne a la ruta no debe coincidir con el de ninguna de sus otras rutas.

TABLA 12: RF-010 EDITAR RUTA GUARDADA

RF-011: Guardar punto de partida de una ruta como punto de interés	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Media	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-012, RF-013, RF-014, RF-015, RF-019, RF-022, RF-025, RF-032	
Descripción:	El usuario podrá seleccionar el punto de partida de la ruta que esté creando y guardarlo como punto de interés en su registro personal. A partir de ese momento, el punto de interés podrá ser reutilizado e insertado como punto intermedio, de partida o de destino en el proceso de creación de una nueva ruta.

TABLA 13: RF-011 GUARDAR PUNTO DE PARTIDA DE UNA RUTA COMO PUNTO DE INTERÉS

RF-012: Guardar punto de destino de una ruta como punto de interés	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Media	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-011, RF-013, RF-014, RF-015, RF-019, RF-022, RF-025, RF-032	
Descripción:	El usuario podrá seleccionar el punto de destino de la ruta que esté creando y guardarlo como punto de interés en su registro personal. A partir de ese momento, el punto de interés podrá ser reutilizado e insertado como punto intermedio, de partida o de destino en el proceso de creación de una nueva ruta.

TABLA 14: RF-012 GUARDAR PUNTO DE DESTINO DE UNA RUTA COMO PUNTO DE INTERÉS

RF-013: Guardar punto intermedio de una ruta como punto de interés	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Media	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-011, RF-012, RF-014, RF-015, RF-019, RF-022, RF-025, RF-032	
Descripción:	El usuario podrá seleccionar un punto intermedio de la ruta que esté creando y guardarlo como punto de interés en su registro personal. A partir de ese momento, el punto de interés podrá ser reutilizado e insertado como punto intermedio, de partida o de destino en el proceso de creación de una nueva ruta.

TABLA 15: RF-013 GUARDAR PUNTO INTERMEDIO DE UNA RUTA COMO PUNTO DE INTERÉS

RF-014: Consultar puntos de interés	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Media	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-011, RF-012, RF-013, RF-015, RF-016, RF-019, RF-022, RF-025, RF-032	
Descripción:	El usuario podrá consultar la lista de todos los puntos de interés que ha guardado hasta ese momento.

TABLA 16: RF-014 CONSULTAR PUNTOS DE INTERÉS

RF-015: Eliminar punto de interés	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Media	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-011, RF-012, RF-013, RF-014, RF-019, RF-022, RF-025	
Descripción:	El usuario podrá elegir uno de sus puntos de interés guardados y eliminarlo. Esto hará que el punto de interés se borre del sistema y no pueda ser consultado ni cargado de nuevo.

TABLA 17: RF-015 ELIMINAR PUNTO DE INTERÉS

RF-016: Editar punto de interés	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Media	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-011, RF-012, RF-013, RF-014, RF-015, RF-019, RF-022, RF-025, RF-032	
Descripción:	El usuario podrá elegir uno de sus puntos de interés guardados y editar su nombre. El nuevo nombre que el usuario asigne al punto de interés no debe coincidir con el de ninguno de sus otros puntos de interés.

TABLA 18: RF-016 EDITAR PUNTO DE INTERÉS

RF-017: Introducir punto de partida desde el mapa	
Prioridad: Alta	Estado: Completado
Necesidad: Alta	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-018, RF-019	
Descripción:	El usuario podrá establecer el punto de partida de la ruta que esté creando seleccionando un punto en el mapa y designándolo como punto de partida. El punto quedará marcado en el mapa con un icono representativo y la dirección física del punto se mostrará en el campo de texto habilitado al efecto.

TABLA 19: RF-017 INTRODUCIR PUNTO DE PARTIDA DESDE EL MAPA

RF-018: Introducir punto de partida escribiendo su dirección	
Prioridad: Alta	Estado: Completado
Necesidad: Alta	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-017, RF-019	
Descripción:	El usuario podrá establecer el punto de partida de la ruta que esté creando escribiendo la dirección física de esa localización en un campo de texto habilitado al efecto. Tras escribirlo tendrá que validar su elección eligiendo una de entre todas las coincidencias encontradas por el sistema para la dirección escrita, y tras ello, el punto será establecido como punto de partida de la ruta. El punto quedará representado por un icono representativo en el mapa y el valor del campo de texto en el que se escribió la dirección será sustituido por la dirección elegida a posteriori por el usuario.

TABLA 20: RF-018 INTRODUCIR PUNTO DE PARTIDA ESCRIBIENDO SU DIRECCIÓN

RF-019: Introducir punto de partida cargando un punto de interés	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Media	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-011, RF-012, RF-013, RF-014, RF-017, RF-018	
Descripción:	El usuario podrá elegir uno de sus puntos de interés guardados y establecerlo como punto de partida de la ruta que esté creando. El punto se situará en la misma localización en que estaba cuando fue guardado. El punto quedará representado por un icono representativo en el mapa y el valor del campo de texto de la dirección será sustituido por el valor de la dirección del punto cargado.

TABLA 21: RF-019 INTRODUCIR PUNTO DE PARTIDA CARGANDO UN PUNTO DE INTERÉS

RF-020: Introducir punto de destino desde el mapa	
Prioridad: Alta	Estado: Completado
Necesidad: Alta	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-021, RF-022	
Descripción:	El usuario podrá establecer el punto de destino de la ruta que esté creando seleccionando un punto en el mapa y designándolo como punto de destino. El punto quedará marcado en el mapa con un icono representativo y la dirección física del punto se mostrará en el campo de texto habilitado al efecto.

TABLA 22: RF-020 INTRODUCIR PUNTO DE DESTINO DESDE EL MAPA

RF-021: Introducir punto de destino escribiendo su dirección	
Prioridad: Alta	Estado: Completado
Necesidad: Alta	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-020, RF-022	
Descripción:	El usuario podrá establecer el punto de partida de la ruta que esté creando escribiendo la dirección física de esa localización en un campo de texto habilitado al efecto. Tras escribirlo tendrá que validar su elección eligiendo una de entre todas las coincidencias encontradas por el sistema para la dirección escrita, y tras ello, el punto será establecido como punto de partida de la ruta. El punto quedará representado por un icono representativo en el mapa y el valor del campo de texto en el que se escribió la dirección será sustituido por la dirección elegida a posteriori por el usuario.

TABLA 23: RF-021 INTRODUCIR PUNTO DE DESTINO ESCRIBIENDO SU DIRECCIÓN

RF-022: Introducir punto de destino cargando un punto de interés	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Media	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-011, RF-012, RF-013, RF-014, RF-020, RF-021	
Descripción:	El usuario podrá elegir uno de sus puntos de interés guardados y establecerlo como punto de destino de la ruta que esté creando. El punto se situará en la misma localización en que estaba cuando fue guardado. El punto quedará representado por un icono representativo en el mapa y el valor del campo de texto de la dirección será sustituido por el valor de la dirección del punto cargado.

TABLA 24: RF-022 INTRODUCIR PUNTO DE DESTINO CARGANDO UN PUNTO DE INTERÉS

RF-023: Introducir punto intermedio desde el mapa	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Media	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-024, RF-025	
Descripción:	El usuario podrá establecer un punto intermedio de la ruta que esté creando seleccionando un punto en el mapa y designándolo como punto intermedio. El punto quedará marcado en el mapa con un icono representativo y la dirección física del punto se mostrará en el campo de texto habilitado al efecto.

TABLA 25: RF-023 INTRODUCIR PUNTO INTERMEDIO DESDE EL MAPA

RF-024: Introducir punto intermedio escribiendo su dirección	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Media	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-023, RF-025	
Descripción:	El usuario podrá establecer un punto intermedio de la ruta que esté creando escribiendo la dirección física de esa localización en un campo de texto habilitado al efecto. Tras escribirlo tendrá que validar su elección eligiendo una de entre todas las coincidencias encontradas por el sistema para la dirección escrita, y tras ello, el punto será establecido como punto intermedio de la ruta. El punto quedará representado por un icono representativo en el mapa y el valor del campo de texto en el que se escribió la dirección será sustituido por la dirección elegida a posteriori por el usuario.

TABLA 26: RF-024 INTRODUCIR PUNTO INTERMEDIO ESCRIBIENDO SU DIRECCIÓN

RF-025: Introducir punto intermedio cargando un punto de interés	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Media	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-011, RF-012, RF-013, RF-014, RF-023, RF-024	
Descripción:	El usuario podrá elegir uno de sus puntos de interés guardados y establecerlo como punto intermedio de la ruta que esté creando. El punto se situará en la misma localización en que estaba cuando fue guardado. El punto quedará representado por un icono representativo en el mapa y el valor del campo de texto de la dirección será sustituido por el valor de la dirección del punto cargado.

TABLA 27: RF-025 INTRODUCIR PUNTO INTERMEDIO CARGANDO UN PUNTO DE INTERÉS

RF-026: Eliminar punto intermedio	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Media	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-023, RF-024, RF-025	
Descripción:	El usuario podrá elegir uno de los puntos intermedios establecidos en la ruta que está creando y eliminarlo. Al eliminarlo, el icono representativo en el mapa desaparecerá y su campo de dirección será eliminado. A partir de este momento ya no se tendrá en cuenta a la hora de planificar la ruta.

TABLA 28: RF-026 ELIMINAR PUNTO INTERMEDIO

RF-027: Generar nueva ruta	
Prioridad: Alta	Estado: Completado
Necesidad: Alta	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-006, RF-011, RF-012, RF-013, RF-017, RF-018, RF-019, RF-020, RF-021, RF-022, RF-023, RF-024, RF-025	
Descripción:	El usuario podrá elegir generar una nueva ruta solicitando al sistema que la planifique. El sistema tendrá en cuenta en todo momento las limitaciones de movilidad y dolencias del usuario. Para que la generación de la nueva ruta tenga éxito es necesario que previamente el usuario haya establecido al menos un punto de partida y otro de destino, siendo los puntos intermedios un recurso opcional. Si la ruta se genera sin problemas, el usuario podrá guardarla en su registro de rutas personales. La nueva ruta se creará en una nueva pestaña, pudiendo siempre volver al apartado de creación de rutas para planificar nuevos trayectos. La nueva ruta contendrá el trazado sobre el mapa de los tramos a recorrer, los detalles de cada uno de estos tramos y un simulador de recorrido con el que el usuario podrá ver a qué vía corresponde cada tramo del camino y los detalles de éste.

TABLA 29: RF-027 GENERAR NUEVA RUTA

RF-028: Mostrar otra ruta creada/cargada	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Media	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-008, RF-027	
Descripción:	El usuario podrá cambiar la ruta que esté visualizando por otra de las que estén abiertas en el sistema en ese momento. Cada una de las rutas se mostrará en una pestaña diferenciada de las demás. Seleccionar la pestaña correspondiente a una de ellas hará que sea ésta la que se muestre.

TABLA 30: RF-028 MOSTRAR OTRA RUTA CREADA/CARGADA

RF-029: Ver etapas de la ruta de forma detallada	
Prioridad: Alta	Estado: Completado
Necesidad: Alta	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-008, RF-027, RF-028	
Descripción:	El usuario podrá visualizar los detalles de los tramos que conforman una ruta, tales como su distancia, el tiempo estimado que se tardará en recorrerlo, las instrucciones necesarias para orientarse correctamente, etc. Este apartado estará disponible tanto en las rutas creadas como en las cargadas.

TABLA 31: RF-029 VER ETAPAS DE LA RUTA DE FORMA DETALLADA

RF-030: Cerrar una ruta	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Media	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-008, RF-027, RF-028	
Descripción:	El usuario podrá cerrar una pestaña que contenga una ruta creada o cargada en la sesión actual. Una vez cerrada, no se podrá volver a consultar y desaparecerá tanto del panel de pestañas de rutas como del sistema en sí. A menos que haya sido guardada con anterioridad, la ruta se perderá.

TABLA 32: RF-030 CERRAR UNA RUTA

RF-031: Intercambiar los puntos de partida y destino de una ruta	
Prioridad: Baja	Estado: Completado
Necesidad: Baja	Autor: AMV
Requisitos relacionados: RF-017, RF-018, RF-019, RF-020, RF-021, RF-022, RF-023, RF-024, RF-025	
Descripción:	El usuario podrá intercambiar los puntos de origen y destino de una ruta antes de crearla. Para ello, tendrá que haber establecido ambos con anterioridad. Los iconos representativos en el mapa y los valores de los campos de texto de las direcciones también serán intercambiados.

TABLA 33: RF-031 INTERCAMBIAR LOS PUNTOS DE PARTIDA Y DESTINO DE UNA RUTA

RF-032: Otorgar un nombre unívoco a un punto de interés guardado	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Alta	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-011, RF-012, RF-013, RF-016	
Descripción:	El usuario podrá otorgarle un nombre unívoco a un punto de interés durante el proceso de guardado. El nombre no podrá coincidir con el de ningún otro de sus puntos de interés guardados, pero sí con el de un punto de interés de otro usuario (algo que él desconocería en cualquier caso). Si el usuario opta por no asignar un nombre al punto de interés en el momento del guardado, automáticamente se le asignará como nombre el valor de su dirección física. Este valor, puede ser editado más tarde, siempre que el nombre elegido mantenga el criterio de unicidad.

TABLA 34: RF-032 OTORGAR UN NOMBRE UNÍVOCO A UN PUNTO DE INTERÉS GUARDADO

RF-033: Otorgar un nombre unívoco a una ruta guardada	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Alta	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-006, RF-010	
Descripción:	El usuario podrá otorgarle un nombre unívoco a una ruta durante el proceso de guardado. El nombre no podrá coincidir con el de ningún otra de sus rutas guardadas, pero sí con el de una ruta de otro usuario (algo que él desconocería en cualquier caso). El usuario ha de asignarle un nombre a la ruta durante el proceso de guardado obligatoriamente, siendo posible editarlo más tarde, siempre que el nombre elegido mantenga el criterio de unicidad.

TABLA 35: RF-033 OTORGAR UN NOMBRE UNÍVOCO A UNA RUTA GUARDADA

RF-034: Aumentar el zoom del mapa	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Alta	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-035, RF-036	
Descripción:	El usuario podrá aumentar el zoom del mapa para ver el callejero desde una perspectiva más cercana.

TABLA 36: RF-034 AUMENTAR EL ZOOM DEL MAPA

RF-035: Reducir el zoom del mapa	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Alta	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-034, RF-036	
Descripción:	El usuario podrá reducir el zoom del mapa para ver el callejero desde una perspectiva más alejada.

TABLA 37: RF-035 REDUCIR EL ZOOM DEL MAPA

RF-036: Desplazarse por el mapa	
Prioridad: Media	Estado: Completado
Necesidad: Alta	Autor: HI Iberia
Requisitos relacionados: RF-034, RF-035	
Descripción:	El usuario podrá aumentar desplazarse por el mapa arrastrando el curso sobre él.

TABLA 38: RF-035 DESPLAZARSE POR EL MAPA

3.5 ESPECIFICACIÓN DE CASOS DE USO

En primer lugar, se ilustrará las operaciones más elementales que puede realizar un usuario: registrarse en el sistema y acceder a él. Registrarse es requisito indispensable para poder iniciar sesión en el sistema, y para realizar cualquier acción dentro del sistema se necesita haber iniciado sesión previamente, por lo que todas las acciones que el usuario puede llevar a cabo en el sistema requieren de una extensión del caso de uso del “Iniciar sesión”, que a su vez extiende de “Registrarse”. Por ello, y por simplicidad de los diagramas, se dividirán los casos de uso en dos diagramas principales (el de las acciones fundamentales y el diagrama general) y tres subdiagramas que ahondarán de manera más específica en el modelo de operación de ciertos casos de uso presentes en el diagrama general. Por último cabe considerar que el caso de uso “Iniciar sesión” figurará en todos los diagramas y subdiagramas con la finalidad de representar los puntos de extensión requeridos por el resto de casos de uso.

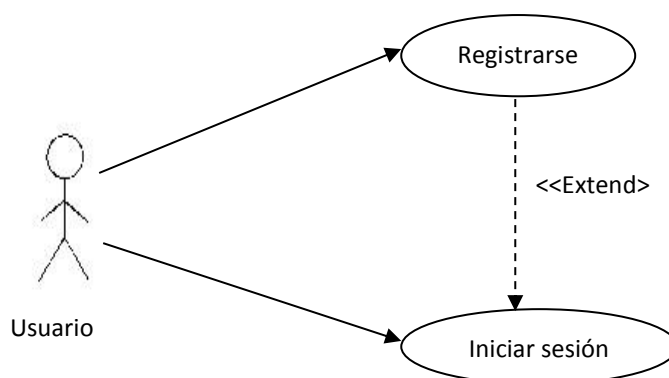


ILUSTRACIÓN 5: DIAGRAMA GENERAL DE CASOS DE USO

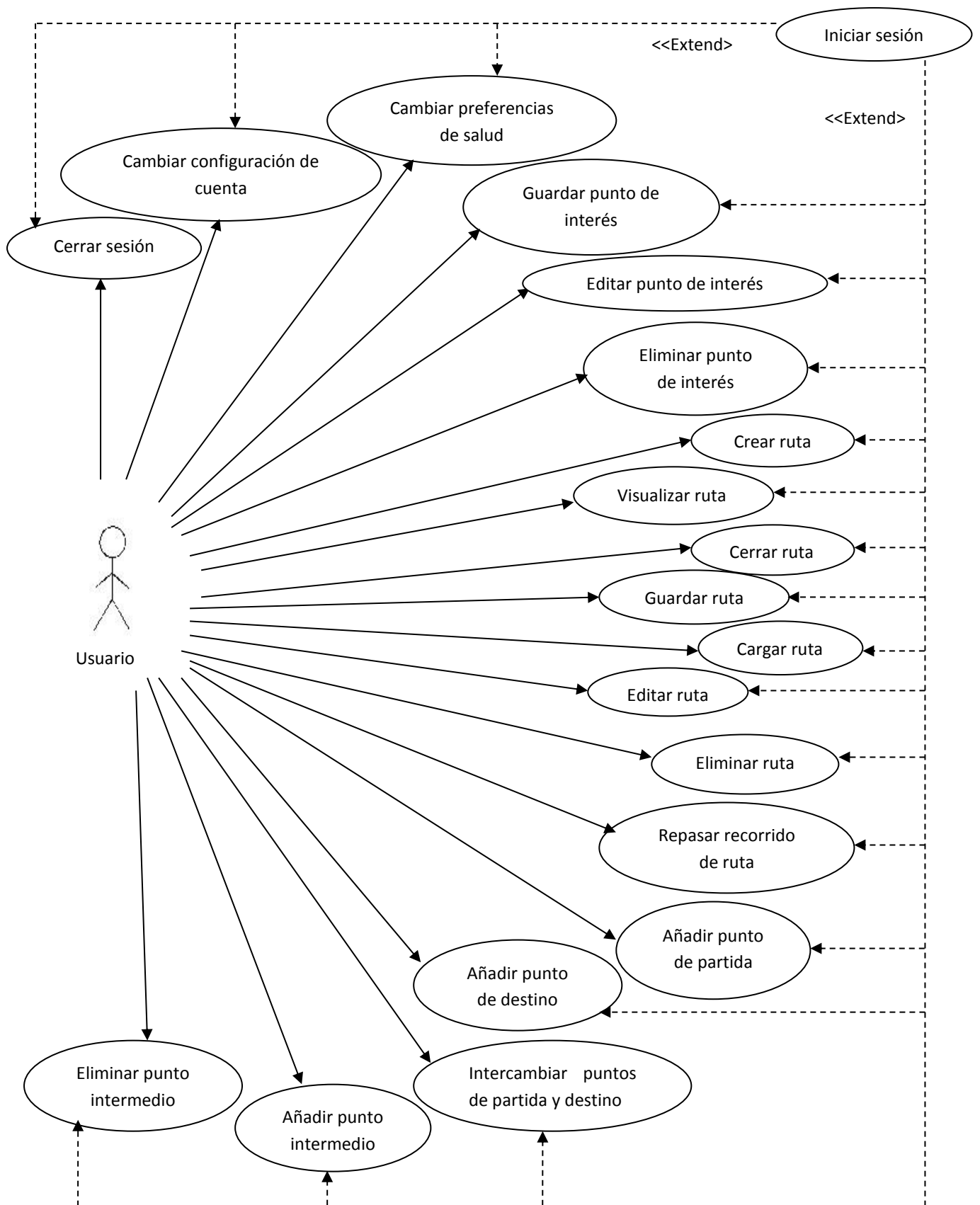


ILUSTRACIÓN 6: DIAGRAMA GENERAL DE CASOS DE USO II

Nombre	Registrarse
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario creará una nueva cuenta con la que quedará registrado en el sistema y podrá acceder a sus funcionalidades.
Pre-condiciones	-
Post-condiciones	La cuenta queda creada y el usuario puede utilizarla para acceder al sistema.
Escenario básico	1.El Usuario selecciona la opción “Registrarse”. 2.El Usuario rellena un formulario con sus datos personales, sus preferencias y un nombre y contraseña para la cuenta. 3.El Usuario confirma su elección al Sistema y la cuenta es creada en el sistema.

TABLA 39: CASO DE USO – REGISTRARSE

Nombre	Iniciar sesión
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario se identifica con sus credenciales y obtiene acceso al sistema.
Pre-condiciones	El Usuario no ha iniciado sesión en el sistema.
Post-condiciones	La sesión queda iniciada y el usuario tiene acceso al sistema.
Escenario básico	1.El Usuario selecciona la opción “Iniciar sesión”. 2.El Usuario introduce el nombre y la contraseña de su cuenta y realiza la petición para entrar en el sistema. 3.El Sistema procede a la autenticación de las credenciales y a la solicitud, autorización y validación de la sesión del usuario según un protocolo de autenticación para acceso a servicios. 4.El Usuario es confirmado como usuario del sistema, y su sesión es iniciada.

TABLA 40: CASO DE USO - INICIAR SESIÓN

Nombre	Cerrar sesión
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario cerrará su sesión abierta en el sistema y dejará de tener acceso a sus funcionalidades.
Pre-condiciones	El Usuario ha iniciado sesión en el sistema.
Post-condiciones	La sesión del Usuario en el sistema queda cerrada.
Escenario básico	1.El Usuario selecciona la opción “Cerrar sesión”. 2.Su sesión queda cerrada.

TABLA 41: CASO DE USO - CERRAR SESIÓN

Nombre	Cambiar configuración de cuenta
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario cambiará la configuración personal de su cuenta (contraseña, email, etc.)
Pre-condiciones	-
Post-condiciones	Los cambios en la configuración de la cuenta son guardados.
Escenario básico	1.El Usuario selecciona la opción “Configurar cuenta”. 2.El Usuario modifica los campos que considera oportuno y solicita que se guarden los cambios. 3.El sistema guarda los cambios, que son aplicados de forma inmediata.

TABLA 42: CASO DE USO - CAMBIAR CONFIGURACIÓN DE CUENTA

Nombre	Cambiar preferencias de salud
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario cambiará las preferencias de salud que son tomadas en cuenta al planificar rutas.
Pre-condiciones	-
Post-condiciones	Las preferencias de salud del Usuario son guardadas con efecto inmediato.
Escenario básico	1.El Usuario selecciona la opción “Configuración de perfil”. 2.El Usuario modifica los campos que considera oportuno y solicita que se guarden los cambios. 3.El sistema guarda los cambios, que son aplicados de forma inmediata.

TABLA 43: CASO DE USO - CAMBIAR PREFERENCIAS DE SALUD

Nombre	Guardar punto de interés
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario guardará un punto de interés para su posterior uso como punto de inicio, final o intermedio de una ruta. El punto de interés a guardar puede ser bien el punto de inicio de una ruta, su punto final o uno de sus puntos intermedios.
Pre-condiciones	El punto de interés ha sido previamente añadido a la ruta (ya sea un punto inicial, final o intermedio).
Post-condiciones	El punto de interés queda guardado en el registro personal del usuario y puede ser cargado de ahora en adelante.
Escenario básico	<p>1.El Usuario elige el punto de interés que quiere guardar (punto de inicio, final o intermedio de la ruta) y selecciona la opción “Guardar”.</p> <p>2.El Sistema le solicita al Usuario un nombre para asignarle al punto de interés (no puede ser el de un punto de interés ya existente).</p> <p>3.El Usuario escribe el nombre y confirma su elección al Sistema.</p> <p>4.El Sistema guarda el punto de interés en el registro personal del usuario y puede ser cargado de ahora en adelante.</p>

TABLA 44: CASO DE USO - GUARDAR PUNTO DE INTERÉS

Nombre	Editar punto de interés
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario editará el nombre de un punto de interés previamente guardado en su perfil.
Pre-condiciones	El punto de interés ha sido previamente guardado.
Post-condiciones	El nombre del punto de interés queda cambiado.
Escenario básico	<p>1.El Usuario selecciona la opción “Mostrar Puntos de Interés”.</p> <p>2.El Sistema muestra al Usuario una lista con todos los puntos de interés previamente guardados por él en su perfil personal.</p> <p>3.El Usuario selecciona uno de los puntos de interés y selecciona la opción “Editar”.</p> <p>4.El Usuario modifica el nombre del punto de interés y solicita que se guarde el nuevo nombre.</p> <p>5.El Sistema confirma el cambio de nombre. A partir de este momento el punto de interés pasa a estar disponible con el nuevo nombre.</p>

TABLA 45: CASO DE USO - EDITAR PUNTO DE INTERÉS

Nombre	Eliminar punto de interés
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario eliminará un punto de interés previamente guardado en su perfil.
Pre-condiciones	El punto de interés ha sido previamente guardado.
Post-condiciones	El punto de interés ha sido eliminado del perfil personal del Usuario.
Escenario básico	<p>1.El Usuario selecciona la opción “Mostrar Puntos de Interés”.</p> <p>2.El Sistema muestra al Usuario una lista con todos los puntos de interés previamente guardados por él en su perfil personal.</p> <p>3.El Usuario selecciona uno de los puntos de interés y selecciona la opción “Eliminar”.</p> <p>4.El Sistema solicita confirmación al Usuario para eliminar el punto de interés.</p> <p>5.El Usuario confirma el borrado.</p> <p>6.El Sistema elimina el punto de interés del perfil personal del Usuario. A partir de este momento deja de estar disponible para el Usuario.</p>

TABLA 46: CASO DE USO - ELIMINAR PUNTO DE INTERÉS

Nombre	Crear ruta
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario creará una ruta nueva.
Pre-condiciones	-
Post-condiciones	La planificación de la nueva ruta se mostrará en la aplicación.
Escenario básico	<p>1.El Usuario establece el punto de origen de la ruta (ver caso de uso “Añadir punto de partida”).</p> <p>2.El Usuario establece el punto de destino de la ruta (ver caso de uso “Añadir punto de llegada”).</p> <p>3.El Usuario establece puntos intermedios por los que ha de pasar la ruta (ver caso de uso “Añadir punto intermedio”). (Opcional)</p> <p>4.El Usuario confirma su elección al Sistema y la planificación de la nueva ruta se mostrará en una nueva pestaña en la aplicación inmediatamente después.</p>

TABLA 47: CASO DE USO - CREAR RUTA

Nombre	Visualizar ruta
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario visualizará una ruta creada o cargada.
Pre-condiciones	La ruta ha sido previamente creada o cargada (ver casos de uso “Crear ruta” y “Cargar ruta”).
Post-condiciones	La ruta mostrada por el Sistema es la seleccionada por el Usuario.
Escenario básico	<p>1.El Usuario selecciona la ruta que quiere visualizar de entre las rutas abiertas (creadas y/o cargadas) en el Sistema seleccionando la pestaña correspondiente.</p> <p>2.El Sistema le muestra al Usuario la ruta representada sobre el mapa y todos los detalles del trayecto.</p>

TABLA 48: CASO DE USO - VISUALIZAR RUTA

Nombre	Cerrar ruta
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario cerrará el panel de visualización de una ruta previamente abierta.
Pre-condiciones	La ruta ha sido previamente creada (ver caso de uso “Crear ruta”) o cargada (ver caso de uso “Cargar ruta”).
Post-condiciones	La ruta deja de poder consultarse. En caso de que no haya sido previamente guardada, se perderá.
Escenario básico	1.El Usuario selecciona el panel de visualización de una ruta y elige la opción “Cerrar”. 2.El Sistema cierra la ruta y la elimina del panel de rutas abiertas.

TABLA 49: CASO DE USO - CERRAR RUTA

Nombre	Guardar ruta
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario guardará una ruta recientemente creada para poder consultarla posteriormente.
Pre-condiciones	La ruta ha sido previamente creada (ver caso de uso “Crear ruta”).
Post-condiciones	La ruta queda guardada en el registro personal del usuario y puede ser cargada de ahora en adelante.
Escenario básico	1.El Usuario selecciona la opción “Guardar ruta” desde una ruta creada (no cargada). 2.El Sistema le solicita al Usuario un nombre para asignarle a la ruta (no puede ser el de una ruta ya existente). 3.El Usuario escribe el nombre y confirma su elección. 4.El Sistema guarda la ruta en la base de datos con el nombre especificado. Puede ser consultada de ahora en adelante.

TABLA 50: CASO DE USO - GUARDAR RUTA

Nombre	Cargar ruta
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario cargará una de sus rutas personales y ésta se mostrará en la aplicación.
Pre-condiciones	La ruta ha de haber sido guardada previamente.
Post-condiciones	La ruta se muestra en la aplicación con todos sus detalles.
Escenario básico	<ol style="list-style-type: none"> 1.El Usuario selecciona la opción “Cargar ruta”. 2.El Usuario selecciona la ruta que quiere cargar de entre sus rutas personales guardadas. 3.El Usuario confirma su elección al Sistema y la ruta se muestra inmediatamente después en la aplicación en una nueva pestaña.

TABLA 51: CASO DE USO - CARGAR RUTA

Nombre	Editar ruta
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario editará el nombre de una ruta previamente guardada en su perfil.
Pre-condiciones	La ruta ha sido previamente guardada.
Post-condiciones	El nombre de la ruta queda cambiado.
Escenario básico	<ol style="list-style-type: none"> 1.El Usuario selecciona la opción “Mostrar rutas guardadas”. 2.El Sistema muestra al Usuario una lista con todas las rutas previamente guardadas por él en su perfil personal. 3.El Usuario selecciona una de las rutas y selecciona la opción “Editar”. 4.El Usuario modifica el nombre de la ruta y solicita que se guarde el nuevo nombre. 5.El Sistema confirma el cambio de nombre. A partir de este momento la ruta pasa a estar disponible con el nuevo nombre.

TABLA 52: CASO DE USO - EDITAR RUTA

Nombre	Eliminar punto de interés
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario eliminará una ruta previamente guardado en su perfil.
Pre-condiciones	La ruta ha sido previamente guardada.
Post-condiciones	La ruta ha sido eliminada del perfil personal del Usuario.
Escenario básico	<p>1.El Usuario selecciona la opción “Mostrar rutas guardadas”.</p> <p>2.El Sistema muestra al Usuario una lista con todas las rutas previamente guardadas por él en su perfil personal.</p> <p>3.El Usuario selecciona una de las rutas y selecciona la opción “Eliminar”.</p> <p>4.El Sistema solicita confirmación al Usuario para eliminar la ruta.</p> <p>5.El Usuario confirma el borrado.</p> <p>6.El Sistema elimina la ruta del perfil personal del Usuario. A partir de este momento deja de estar disponible para el Usuario.</p>

TABLA 53: CASO DE USO - ELIMINAR PUNTO DE INTERÉS

Nombre	Repasar recorrido de ruta
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario repasará las distintas etapas de un trayecto y podrá visualizar los detalles de todas ellas.
Pre-condiciones	El Usuario se encuentra visualizando una ruta (ver caso de uso “Visualizar ruta”).
Post-condiciones	-
Escenario básico	<p>1.El Usuario selecciona en los detalles de la ruta un tramo y selecciona la opción “Detalles” del tramo.</p> <p>2.El Sistema muestra el tiempo estimado para recorrer ese tramo, las instrucciones detalladas para recorrerlo y resalta sobre el mapa el tramo de la ruta seleccionado.</p>

TABLA 54: CASO DE USO - REPASAR RECORRIDO DE RUTA

Nombre	Añadir punto de partida
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario establecerá el punto de origen de una ruta en creación.
Pre-condiciones	-
Post-condiciones	El punto de origen de la ruta queda establecido.
Escenario básico	(ver “Extensión: Añadir punto de partida”)

TABLA 55: CASO DE USO - AÑADIR PUNTO DE PARTIDA

Nombre	Añadir punto de destino
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario establecerá el punto de destino de una ruta en creación.
Pre-condiciones	-
Post-condiciones	El punto de destino de la ruta queda establecido.
Escenario básico	(ver “Extensión: Añadir punto de destino”)

TABLA 56: CASO DE USO - AÑADIR PUNTO DE DESTINO

Nombre	Intercambiar puntos de partida y destino
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario intercambiará los puntos de partida y destino establecidos en una ruta en creación.
Pre-condiciones	Tanto el punto de partida como el de destino han sido establecidos en la ruta en creación utilizando cualquiera de los métodos disponibles (ver las extensiones “Extensión: Añadir punto de partida” y “Extensión: Añadir punto de destino”)
Post-condiciones	El punto de partida pasa a ser el de destino y viceversa.
Escenario básico	1.El Usuario selecciona la opción “Intercambiar puntos de partida y destino”. 2.El sistema intercambia la posición, la dirección y el icono en el mapa del punto de partida con el de destino y viceversa.

TABLA 57: CASO DE USO - INTERCAMBIAR PUNTOS DE PARTIDA Y DESTINO

Nombre	Añadir punto intermedio
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario establecerá un punto intermedio para una ruta en creación.
Pre-condiciones	-
Post-condiciones	El punto intermedio de la ruta queda establecido.
Escenario básico	(ver “Extensión: Añadir punto intermedio”)

TABLA 58: CASO DE USO - AÑADIR PUNTO INTERMEDIO

Nombre	Eliminar punto intermedio
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario eliminará un punto intermedio establecido en una ruta en creación.
Pre-condiciones	El punto intermedio ha sido establecido en la ruta.
Post-condiciones	El punto intermedio queda eliminado de la ruta.
Escenario básico	<p>1.El Usuario elige un punto intermedio de la lista de puntos intermedios de la ruta en creación.</p> <p>2.El Usuario selecciona la opción “Eliminar” del punto intermedio.</p> <p>3.El sistema elimina el punto intermedio de la ruta y borra todo rastro de él en el mapa y la interfaz. A partir de este momento el punto intermedio deja de figurar en la ruta y no será considerado en ningún paso a la hora de planificarla.</p>

TABLA 59: CASO DE USO - ELIMINAR PUNTO INTERMEDIO

Extensión: Añadir punto de partida

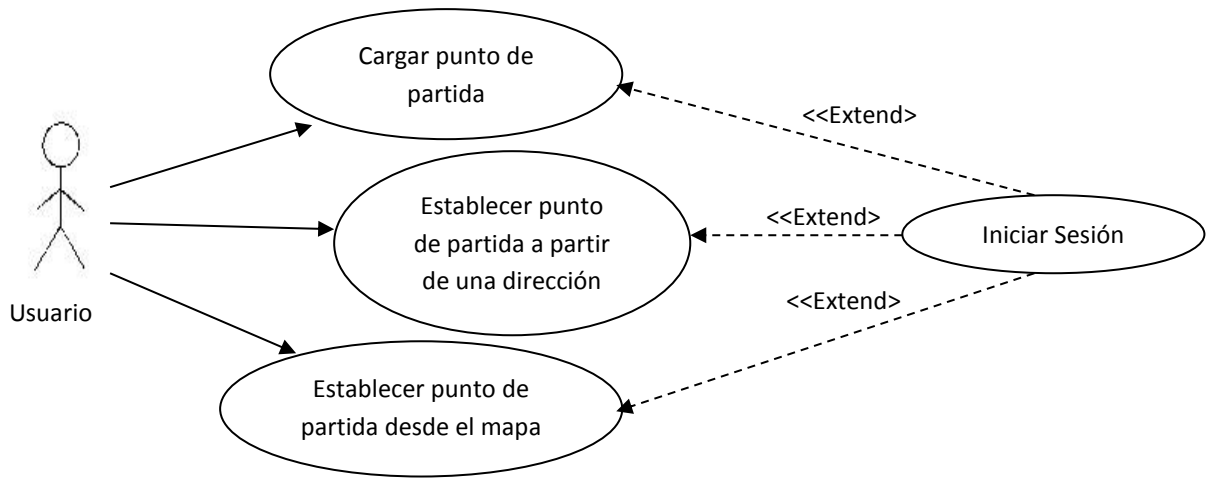


ILUSTRACIÓN 7: DIAGRAMA DE CASOS DE USO – EXTENSION: AÑADIR PUNTO DE PARTIDA

Nombre	Cargar punto de partida
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario carga el punto de partida de la ruta a partir de un punto de interés previamente guardado.
Pre-condiciones	El punto de interés fue previamente guardado.
Post-condiciones	El punto de partida de la ruta queda establecido.
Escenario básico	1.El Usuario selecciona la opción “Cargar punto de partida”. 2.El Sistema muestra la lista de puntos de interés guardados por el Usuario y éste selecciona uno. 3.El Usuario comunica su elección al Sistema y se establece ese punto de interés como punto de partida de la ruta en creación.

TABLA 60: CASO DE USO - CARGAR PUNTO DE PARTIDA

Nombre	Establecer punto de partida a partir de una dirección
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario establecerá el punto de partida de la ruta a partir de una dirección física.
Pre-condiciones	-
Post-condiciones	El punto de partida de la ruta queda establecido.
Escenario básico	<p>1.El Usuario escribe la dirección del punto de partida en el campo habilitado al efecto.</p> <p>2.El Sistema transforma la dirección en un par de coordenadas y establece el punto en el mapa. El punto de partida de la ruta queda establecido.</p>

TABLA 61: CASO DE USO - ESTABLECER PUNTO DE PARTIDA A PARTIR DE UNA DIRECCIÓN

Nombre	Establecer punto de partida desde el mapa
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario establecerá el punto de partida de la ruta seleccionando un punto concreto del mapa.
Pre-condiciones	-
Post-condiciones	El punto de partida de la ruta queda establecido.
Escenario básico	<p>1.El Usuario selecciona un punto del mapa y comunica al sistema su intención de establecerlo como punto de partida de la ruta.</p> <p>2.El Sistema transforma el punto en una dirección física y lo establece como punto de partida.</p>

TABLA 62: CASO DE USO - ESTABLECER PUNTO DE PARTIDA DESDE EL MAPA

Extensión: Añadir punto de destino

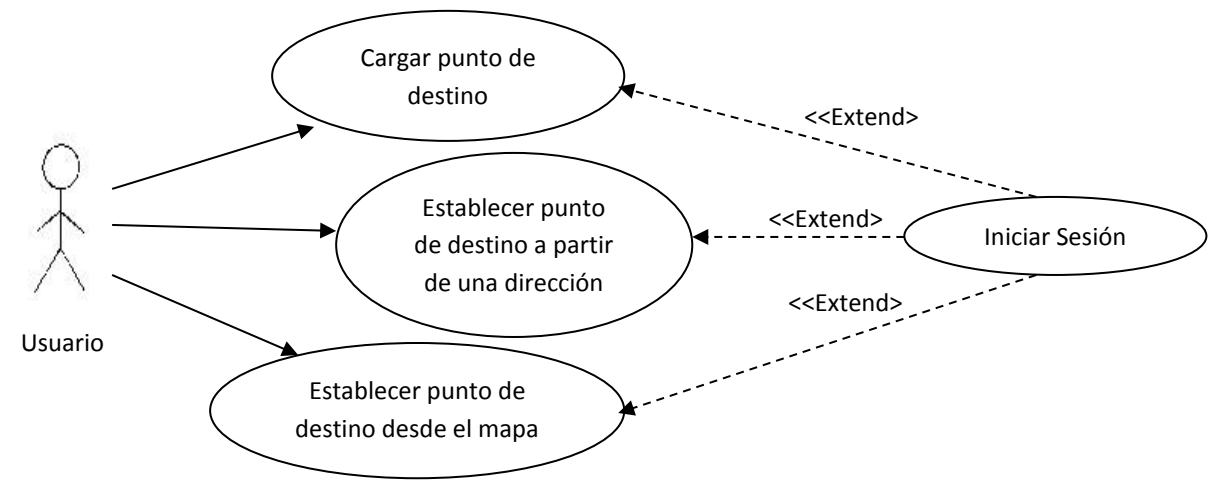


ILUSTRACIÓN 8: DIAGRAMA DE CASOS DE USO – EXTENSION: AÑADIR PUNTO DE DESTINO

Nombre	Cargar punto de destino
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario carga el punto de destino de la ruta a partir de un punto de interés previamente guardado.
Pre-condiciones	El punto de interés fue previamente guardado.
Post-condiciones	El punto de destino de la ruta queda establecido.
Escenario básico	1.El Usuario selecciona la opción “Cargar punto de destino”. 2.El Sistema muestra la lista de puntos de interés guardados por el Usuario y éste selecciona uno. 3.El Usuario comunica su elección al Sistema y se establece ese punto de interés como punto de destino de la ruta en creación.

TABLA 63: CASO DE USO - CARGAR PUNTO DE DESTINO

Nombre	Establecer punto de destino a partir de una dirección
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario establecerá el punto de destino de la ruta a partir de una dirección física.
Pre-condiciones	-
Post-condiciones	El punto de partida de la ruta queda establecido.
Escenario básico	<p>1.El Usuario escribe la dirección del punto de destino en el campo habilitado al efecto.</p> <p>2.El Sistema transforma la dirección en un par de coordenadas y establece el punto en el mapa. El punto de destino de la ruta queda establecido.</p>

TABLA 64: CASO DE USO - ESTABLECER PUNTO DE DESTINO A PARTIR DE UNA DIRECCIÓN

Nombre	Establecer punto de destino desde el mapa
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario establecerá el punto de destino de la ruta seleccionando un punto concreto del mapa.
Pre-condiciones	-
Post-condiciones	El punto de destino de la ruta queda establecido.
Escenario básico	<p>1.El Usuario selecciona un punto del mapa y comunica al sistema su intención de establecerlo como punto de destino de la ruta.</p> <p>2.El Sistema transforma el punto en una dirección física y lo establece como punto de destino.</p>

TABLA 65: CASO DE USO - ESTABLECER PUNTO DE DESTINO DESDE EL MAPA

Extensión: Añadir punto intermedio

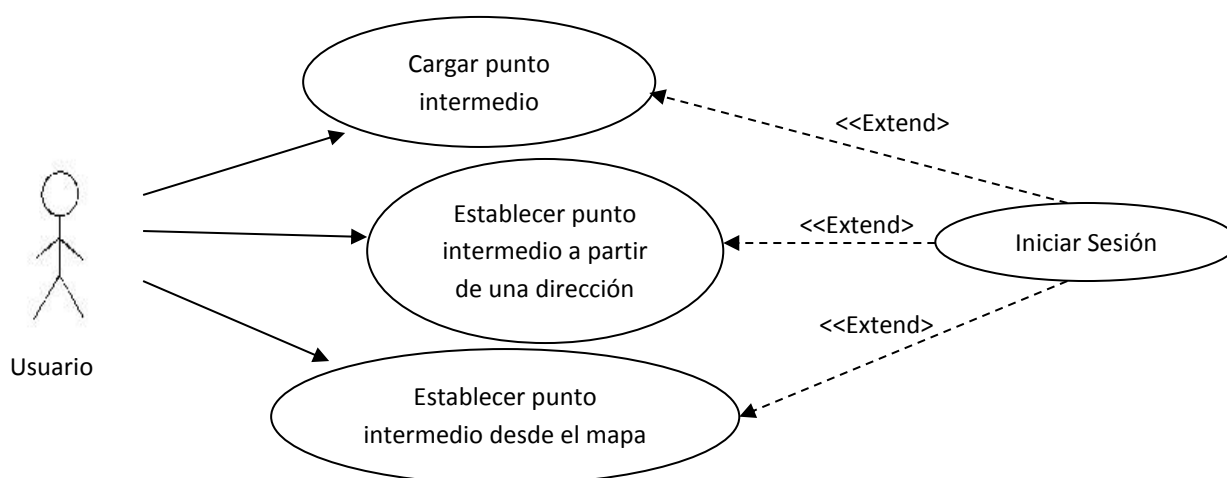


ILUSTRACIÓN 9: DIAGRAMA DE CASOS DE USO – EXTENSION: AÑADIR PUNTO INTERMEDIO

Nombre	Cargar punto intermedio
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario carga un punto intermedio de la ruta a partir de un punto de interés previamente guardado.
Pre-condiciones	El punto de interés fue previamente guardado
Post-condiciones	El punto intermedio de la ruta queda establecido.
Escenario básico	1.El Usuario selecciona la opción “Cargar punto intermedio”. 2.El Sistema muestra la lista de puntos de interés guardados por el Usuario y éste selecciona uno. 3.El Usuario comunica su elección al Sistema y se establece ese punto de interés como punto intermedio de la ruta en creación.

TABLA 66: CASO DE USO - CARGAR PUNTO INTERMEDIO

Nombre	Establecer punto intermedio a partir de una dirección
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario establecerá un punto intermedio de la ruta a partir de una dirección física.
Pre-condiciones	-
Post-condiciones	El punto intermedio de la ruta queda establecido.
Escenario básico	<p>1.El Usuario escribe la dirección del punto intermedio en el campo habilitado al efecto.</p> <p>2.El Sistema transforma la dirección en un par de coordenadas y establece el punto en el mapa. El punto intermedio de la ruta queda establecido.</p>

TABLA 67: CASO DE USO - ESTABLECER PUNTO INTERMEDIO A PARTIR DE UNA DIRECCIÓN

Nombre	Establecer punto intermedio desde el mapa
Actores	Usuario
Objetivo	El Usuario establecerá un punto intermedio de la ruta seleccionando un punto concreto del mapa.
Pre-condiciones	-
Post-condiciones	El punto intermedio de la ruta queda establecido.
Escenario básico	<p>1.El Usuario selecciona un punto del mapa y comunica al sistema su intención de establecerlo como punto intermedio de la ruta.</p> <p>2.El Sistema transforma el punto en una dirección física y lo establece como punto intermedio.</p>

TABLA 68: CASO DE USO - ESTABLECER PUNTO INTERMEDIO DESDE EL MAPA

4 DISEÑO

4.1 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

En este apartado se abordará la composición estructural del proyecto, definiendo y explicando la función de los distintos componentes que conforman la arquitectura de la aplicación. No obstante, al estar enmarcado en un proyecto empresarial europeo, existen términos de confidencialidad con la empresa y con el resto de socios del consorcio de obligado cumplimiento, pudiendo solo hacer uso de aquellos documentos que son públicos. Por ello, ciertos detalles de la arquitectura han de ser omitidos para cumplir con los términos de confidencialidad contraídos con la empresa. La estructura que se definirá a continuación puede distar en cierta medida de la real, pero se procurará esbozarla lo más aproximada posible.

Al ser un proyecto empresarial de cierta envergadura, el diseño de la arquitectura y la elección de los componentes no han correspondido al estudiante, sino al consorcio de socios del proyecto. Por lo tanto, al ser unas elecciones ajenas al estudiante y no habiendo participado éste en la toma de estas decisiones, en este apartado se definirán los componentes, su función y sus relaciones con el resto de elementos, pero no se justificará la elección de éstos ni se comparará su utilidad o eficiencia con respecto a las de otras posibles opciones.

Una vez establecida la situación en la que se desenvolverá este desarrollo, procedamos a explicar el esquema estructural de la herramienta:

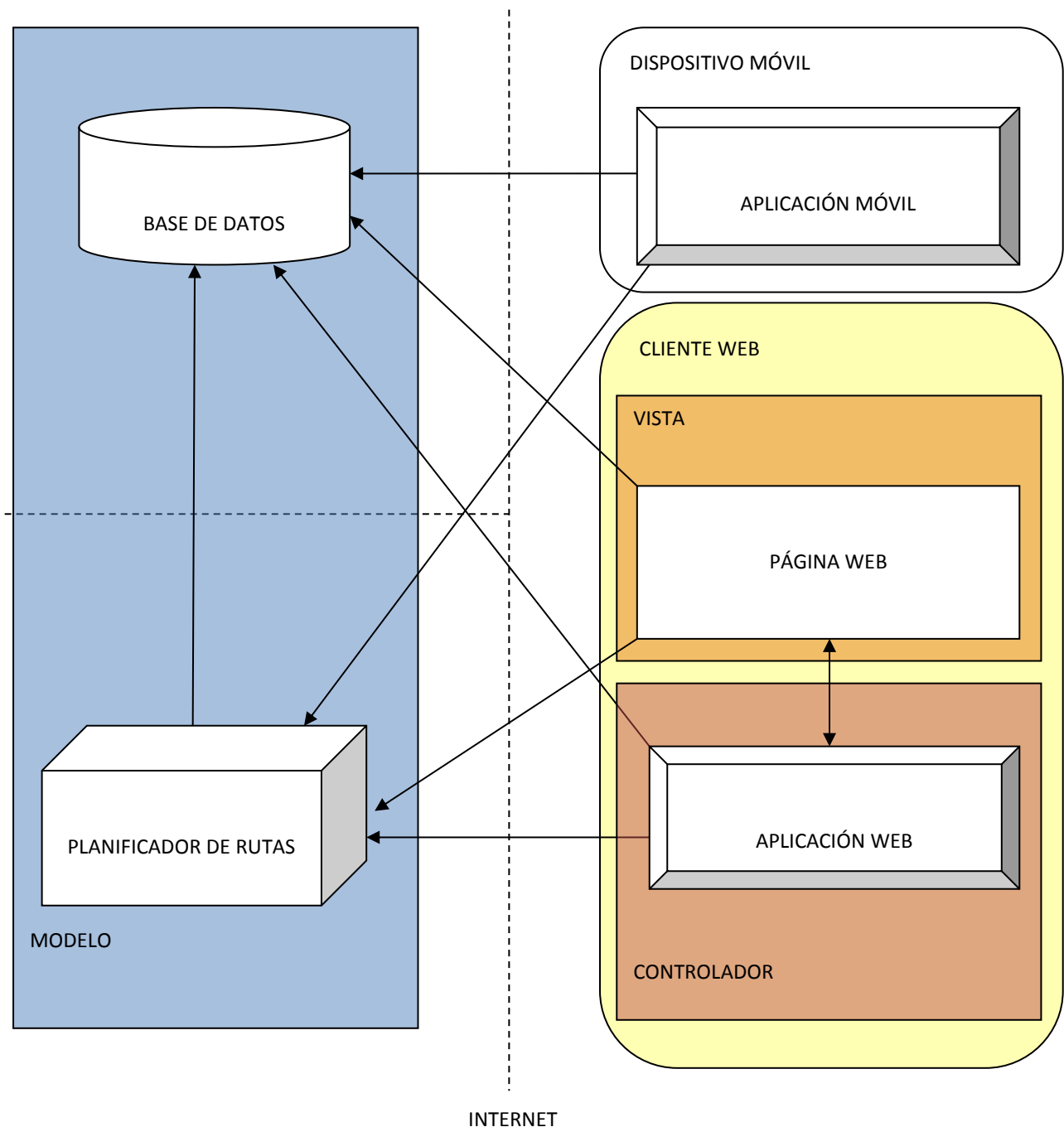


ILUSTRACIÓN 10: ESQUEMA DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA

La arquitectura de la parte del sistema concerniente a este proyecto, es decir, de la página y la aplicación web, está basada en un patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC). Este patrón plantea una división del sistema en tres capas: el Modelo (lógica de negocio y sistema de gestión de base de datos), la Vista (parte visual que se muestra al usuario) y el Controlador (manejador de eventos de la vista).[35]

La principal ventaja de utilizar este patrón estructural es la modularidad y desacoplamiento de la que gozan cada una de las partes de la aplicación. El diseño en tres capas del sistema pretende separar la capa visual gráfica de su correspondiente programación y del acceso a datos, de tal manera que los cambios que hayan de acometerse en alguna de estas capas suponga modificaciones únicamente en esa determinada capa. Esto mejora el desarrollo y el mantenimiento de las capas, lo cual es de capital importancia ya que cada una de ellas cumple ciclos de vida muy distintos entre sí.

De forma más detallada, la utilización del patrón MVC en este proyecto se traduce en lo siguiente:

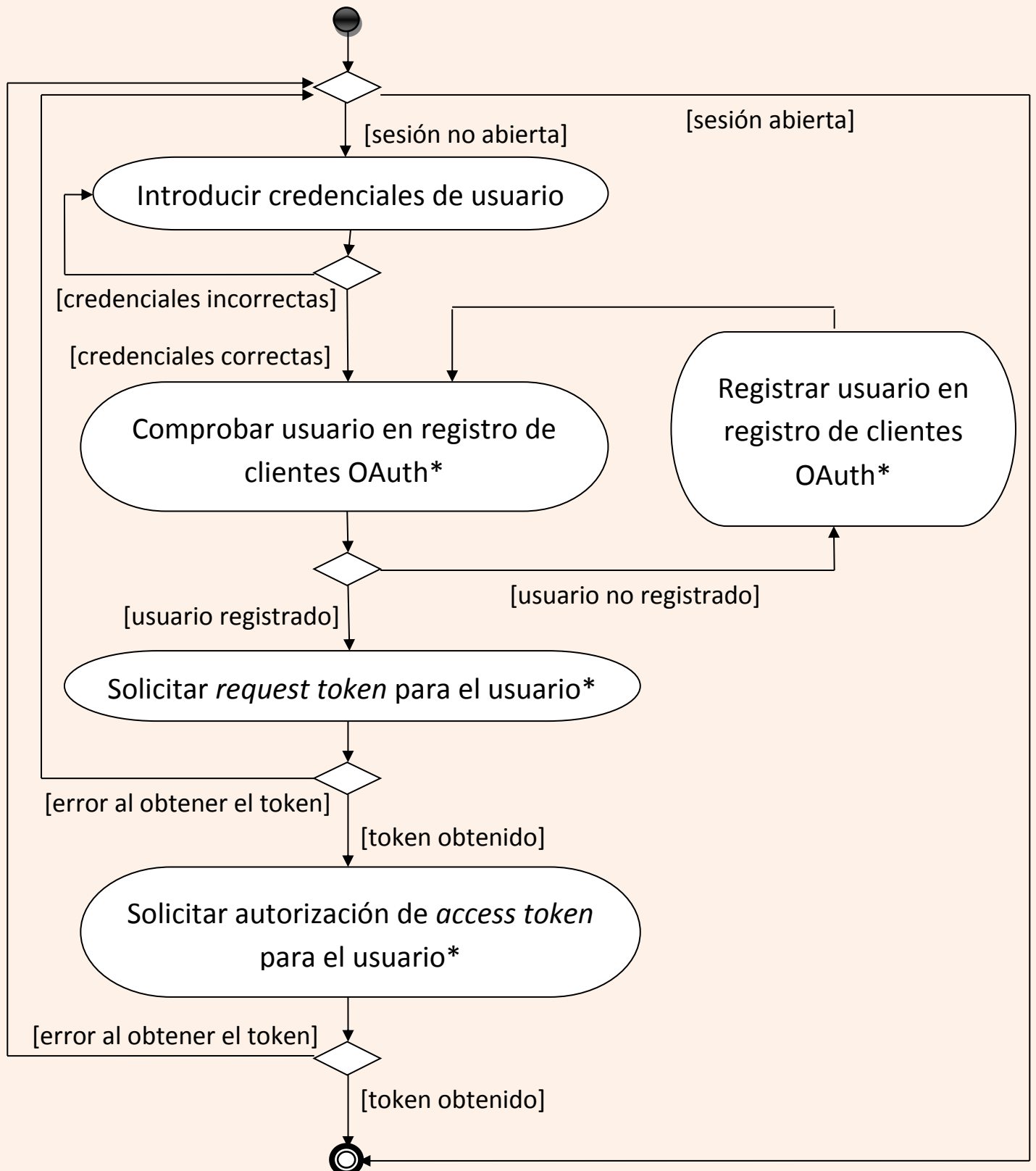
- **Modelo:** está comprendido por dos elementos: el *planificador de rutas* que correspondería a la lógica de negocio, y el *sistema gestor de base de datos*, que controla las inserciones, consultas y borrados que realizan los demás componentes de la aplicación en la base de datos. El planificador de rutas es el componente que contiene la mayor parte del peso operativo de la aplicación, ya que es el responsable de todos los aspectos concernientes a la planificación y realización de las rutas para los usuarios. Por otra parte, el sistema de gestión de la base de datos tiene también un papel crucial en el desarrollo de las funciones del sistema, pero a un nivel diferente: alberga la información personal de los usuarios, su configuración y preferencias, sus rutas y puntos de interés guardados, la información de los transportes públicos y todos los demás contenidos que necesitan ser almacenados con la finalidad de hacer posible la generación de rutas personalizadas por parte del planificador.
- **Vista:** es la parte visual del sistema destinada al usuario, que a la vez se encarga de recoger la interacción de éste con la aplicación. Está compuesta por el conjunto de las páginas que conforman la *página web* como tal. Si los contenidos que muestra son modificados, ya sea como consecuencia de la interacción del usuario o como derivado de las acciones internas del sistema, éstos serán

actualizados por el Modelo en la Vista, manteniendo al usuario al día del estado del sistema.

- **Controlador:** también interpretado en el lado cliente (al igual que la Vista), el Controlador es el encargado de recibir los eventos que se generen en la Vista y llevar a cabo la serie de acciones correspondiente, comunicándose para ello con el Modelo y, en ocasiones, con la Vista. El Controlador está también a cargo del manejo de errores y de la seguridad y la coherencia de la aplicación. Sus componentes son un conjunto de *scripts* que dotan de funcionalidad a la página web, y que en función de su finalidad pueden ser separados en dos bloques: los encargados de la gestión de las acciones del usuario en la propia página web y los relacionados con la aplicación de mapas embebida en ésta, que funcionan de forma independiente y suponen un subconjunto autónomo.

4.2 DIAGRAMAS DE ACTIVIDAD

LOGIN



*Este apartado pertenece a la secuencia de pasos del protocolo de autenticación OAuth

CREAR RUTA

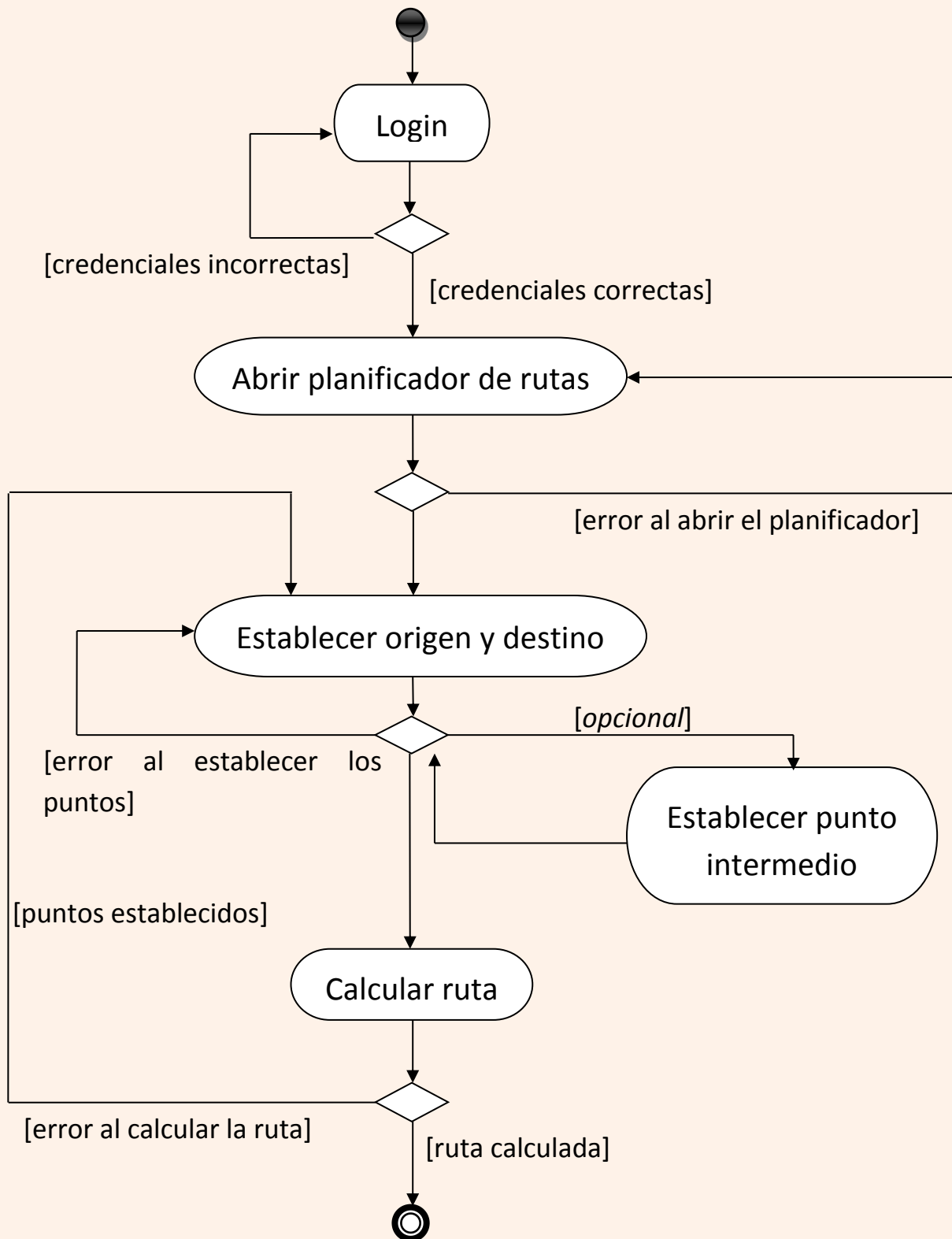
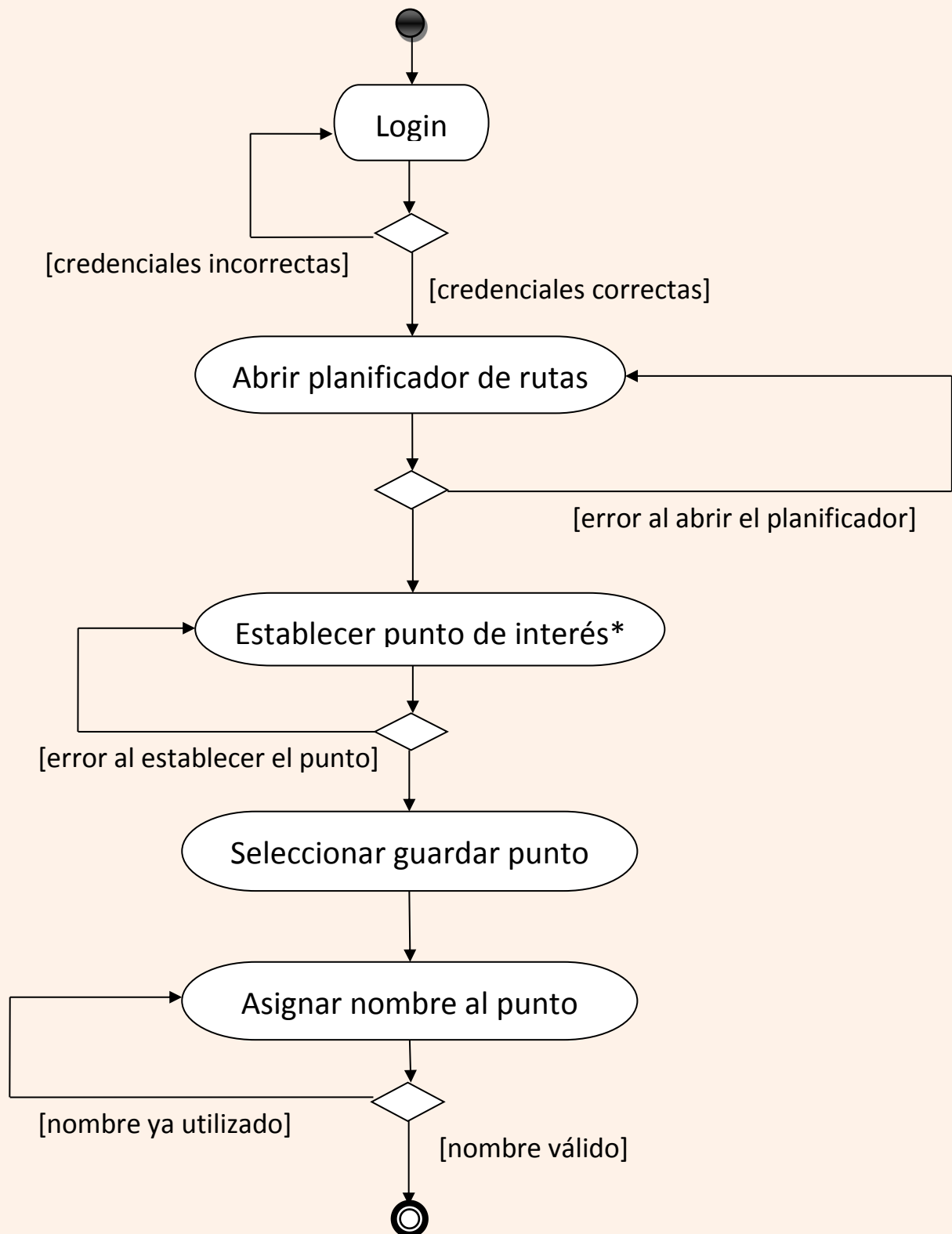


ILUSTRACIÓN 12: DIAGRAMA DE ACTIVIDAD – CREAR RUTA

GUARDAR PUNTO DE INTERÉS



*El punto puede establecerse indistintamente como punto de origen, destino o intermedio de una ruta.

GUARDAR RUTA

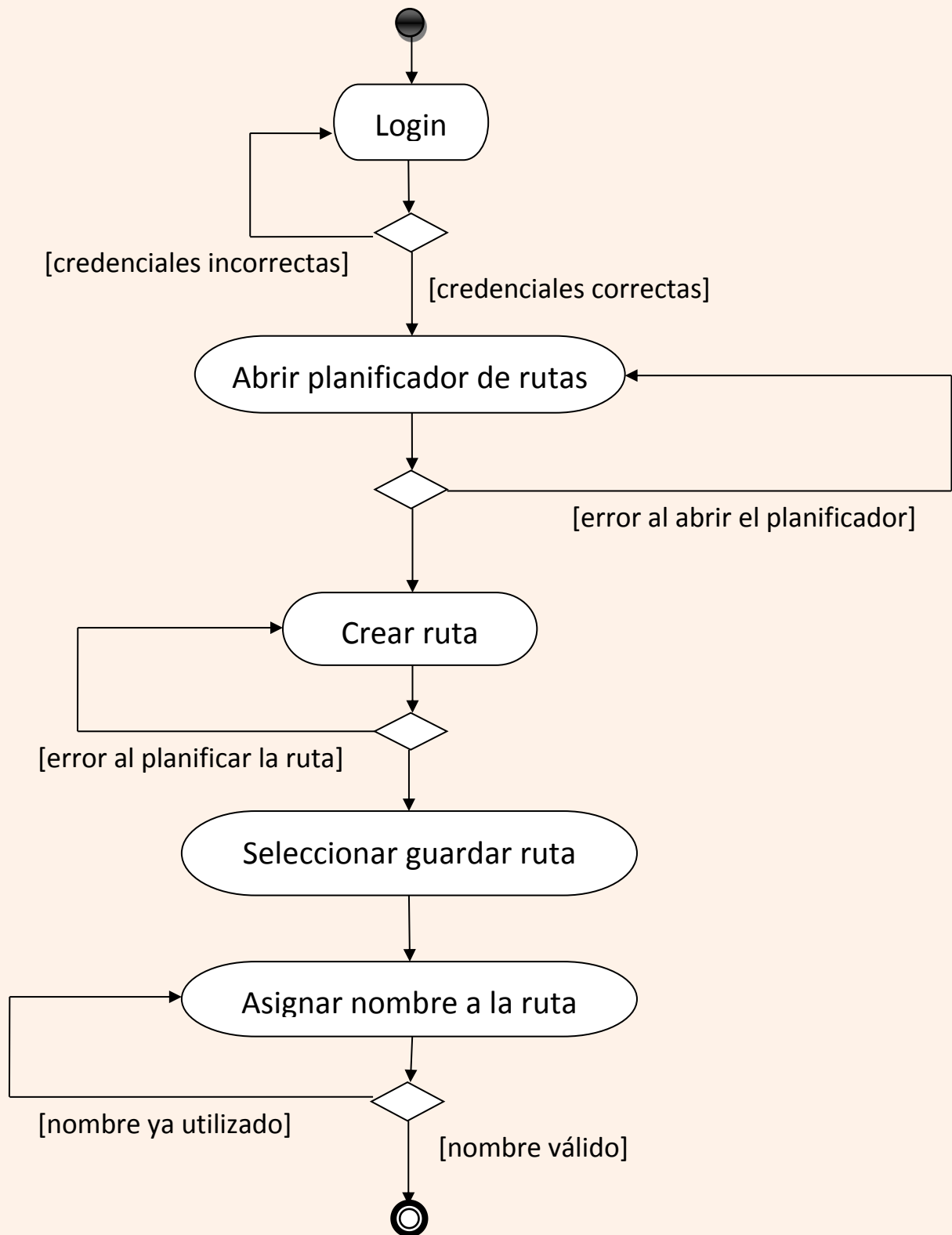
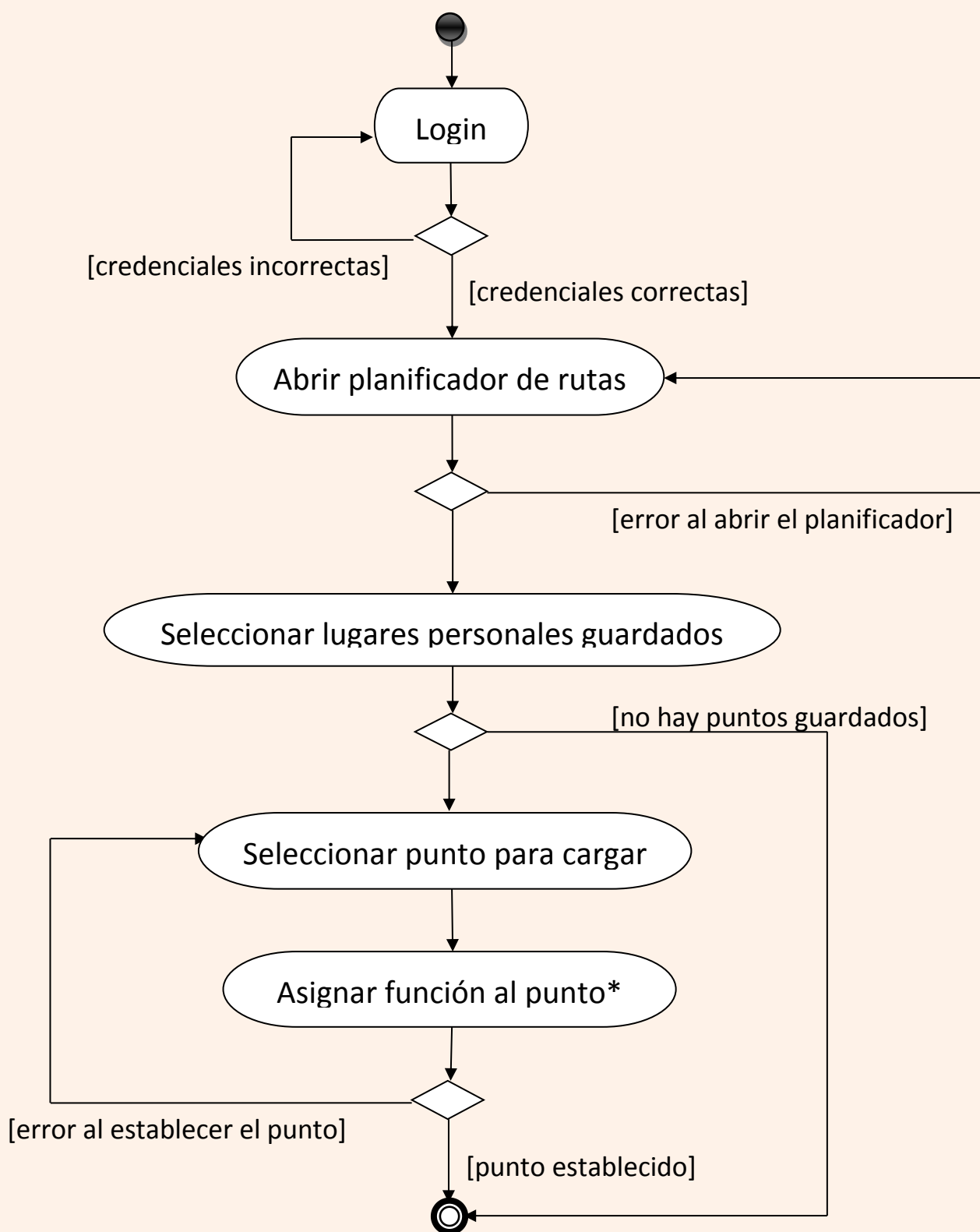


ILUSTRACIÓN 14: DIAGRAMA DE ACTIVIDAD – GUARDAR RUTA

CARGAR PUNTO DE INTERÉS



*El punto puede establecerse como punto de origen, destino o intermedio.

CARGAR RUTA

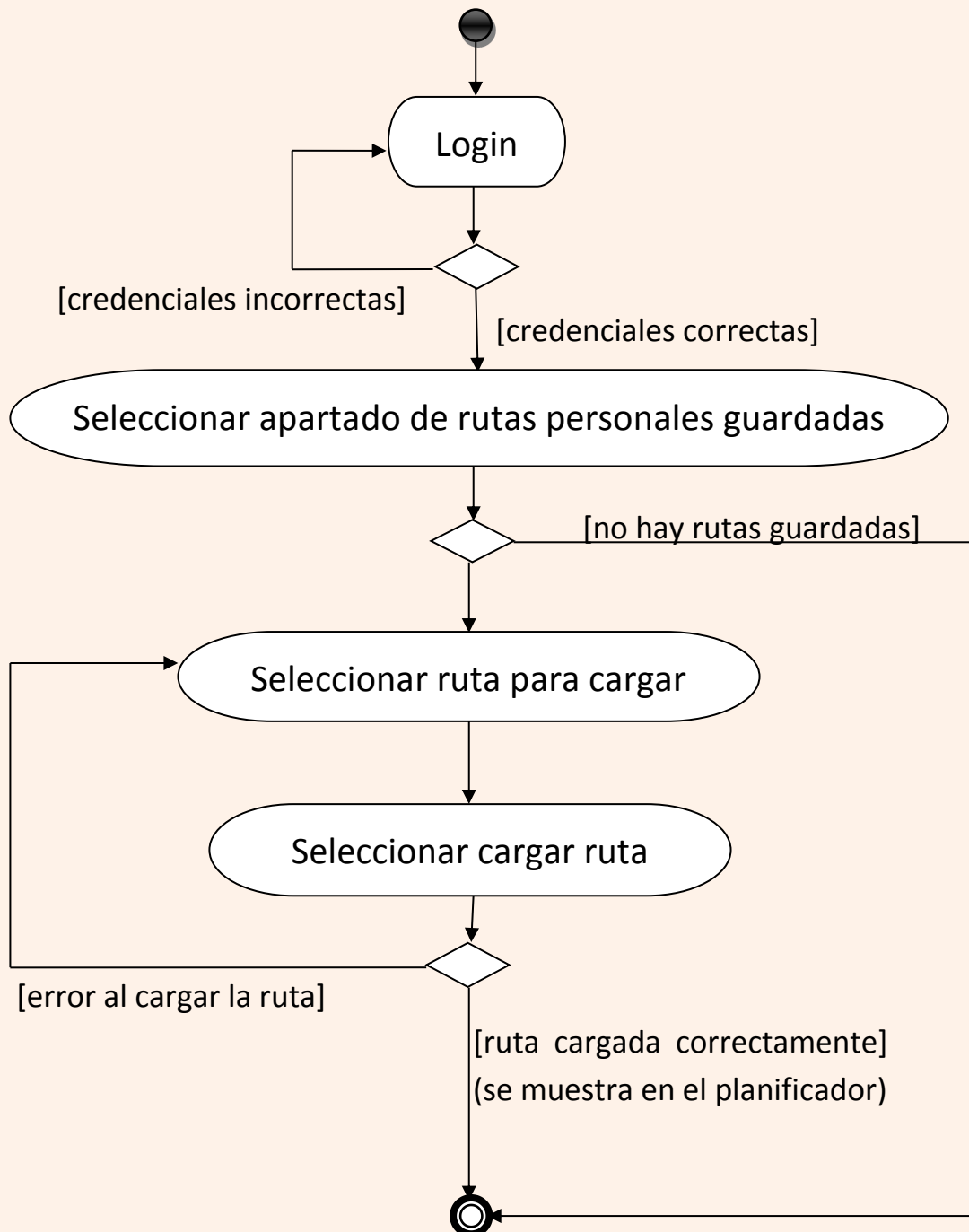


ILUSTRACIÓN 16: DIAGRAMA DE ACTIVIDAD – CARGAR RUTA

4.3 DIAGRAMAS DE ESTADO

RUTA

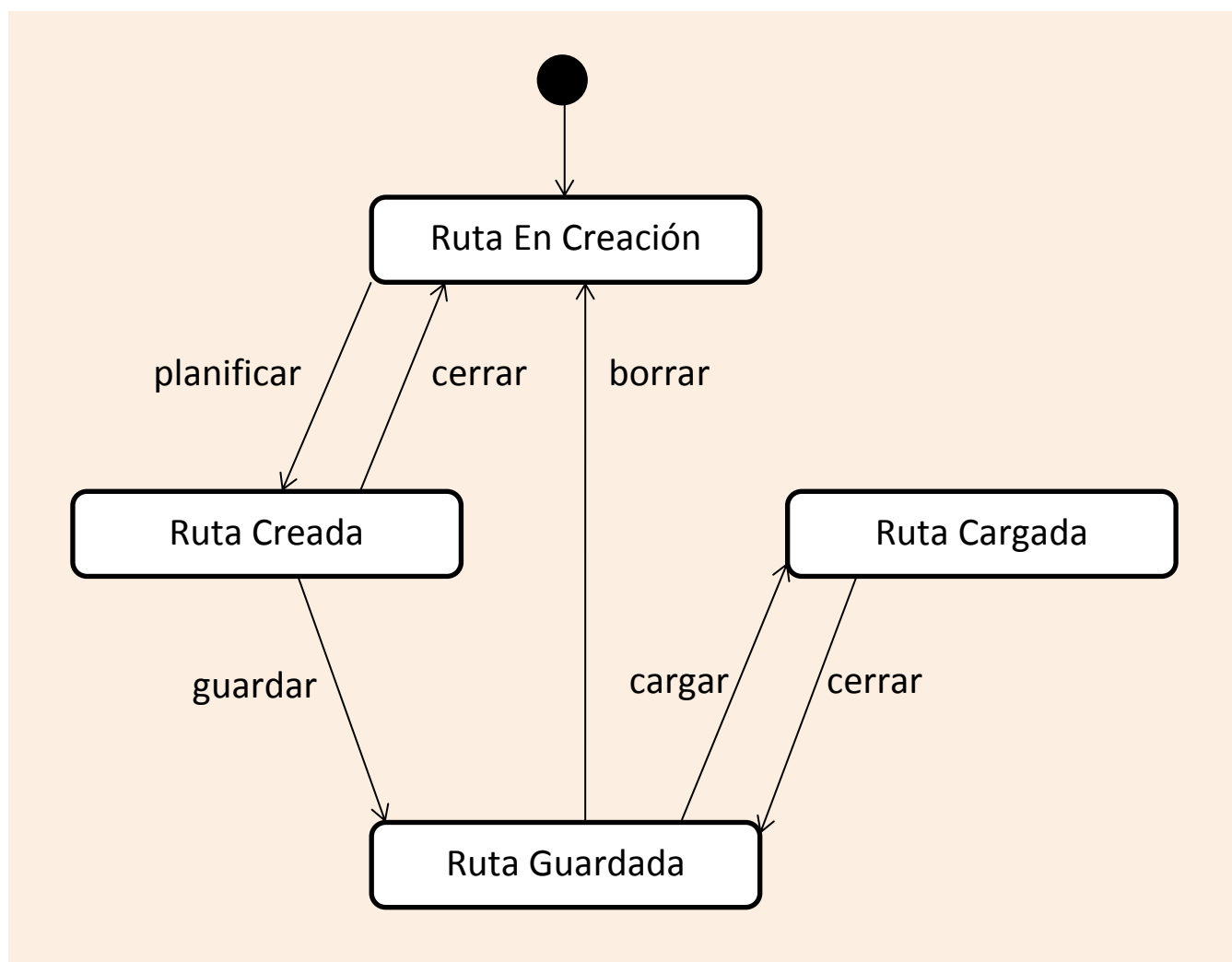


ILUSTRACIÓN 17: DIAGRAMA DE ESTADOS - RUTA

PUNTO DE INTERÉS

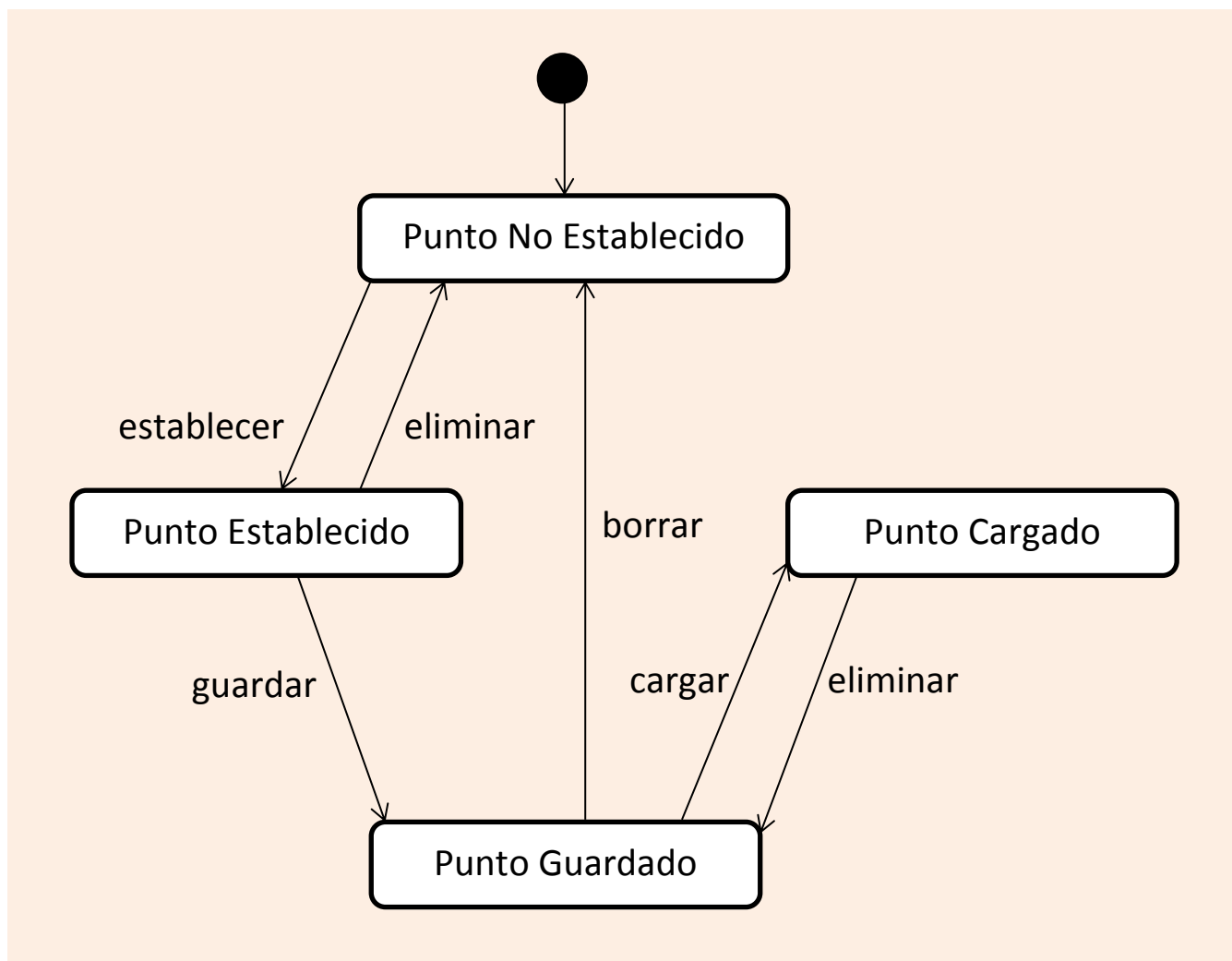


ILUSTRACIÓN 18: DIAGRAMA DE ESTADOS – PUNTO DE INTERÉS

4.4 NECESIDADES DE INTEGRACIÓN

El conjunto de la aplicación está siendo desarrollado por diversos socios participantes en el proyecto desde distintas partes de Europa. Por tanto es necesario adherirse a unas interfaces y especificaciones muy concretas a la hora de desarrollar las secciones que conectarán los componentes de unos con los de otros. Ocurre lo mismo con los formatos y los tipos de datos que se almacenan en la base de datos para ser reutilizados por los componentes de los otros miembros del consorcio o que se intercambian entre las distintas partes de la aplicación. En consecuencia, ha sido necesario respetar explícitamente los formatos de las llamadas acordadas de antemano a la hora de invocar las funciones ofrecidas por los componentes de los otros socios (en la mayoría de los casos, mediante peticiones HTTP GET o POST con parámetros adjuntos), así como almacenar los datos de usuario siguiendo unas directrices concretas a fin de que al ser accedidos por las otras partes de la aplicación, éstas obtengan exactamente los datos a los que esperaban acceder, tanto en contenido como en forma.

Por otra parte, la implementación del protocolo de autenticación OAuth [23] también acarreó nuevas necesidades de integración. Este requisito se propuso para proteger el acceso a los datos de usuario ya avanzado el proyecto, y por lo tanto se carecía de una especificación previa de cómo implementarlo y qué interfaces utilizar. Por ello, a medida que se implementaba se fueron acordando los pasos a seguir y los mecanismos de interacción entre las partes implicadas para habilitar este protocolo. Nuestra parte consistía en desarrollar el servidor y un cliente; el servidor cubría los datos de usuario con una capa de seguridad que otorgaba acceso a los datos únicamente a los clientes autorizados, y el cliente integraba los mecanismos de comunicación y autenticación requeridos por el servidor para obtener el acceso a éstos. El servidor por lo tanto debía ofrecer una interfaz de cara a los clientes que les permitiera efectuar los pasos necesarios del protocolo. Tras numerosas etapas de refinamiento y mejora, finalmente se establecieron los métodos de

interacción oportunos y se desplegó el protocolo, que actualmente se encuentra ya en funcionamiento.

5 HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS EMPLEADAS

5.1 ENTORNO TÉCNICO DE TRABAJO

ECLIPSE

Eclipse [10] es un entorno de desarrollo integrado de código abierto multiplataforma. Desarrollado originalmente por IBM, ahora está en manos de la Fundación Eclipse, una organización independiente sin ánimo de lucro que fomenta una comunidad de código abierto y un conjunto de productos complementarios, capacidades y servicios.

Eclipse soporta el desarrollo de proyectos en numerosos lenguajes de programación, pero en el caso particular que nos ocupa ha sido empleado para desarrollar principalmente código JavaScript y Java. En menor medida también se ha empleado para modificar documentos XML y hojas de estilo CSS. Con la finalidad de lidiar adecuadamente con el proyecto, se han utilizado varias extensiones disponibles desde la plataforma “market” de la aplicación, tales como los paquetes de compatibilidad con Maven o con el sistema de versiones GIT. Adicionalmente se le ha incluido un servidor web Apache Tomcat 6 [6] desde el que lanzar la aplicación web desarrollada.

FIREBUG

Firebug [13] es una extensión del navegador Mozilla Firefox pensado para desarrolladores y programadores de contenidos web. Esta extensión permite a los desarrolladores realizar funciones de depurado y análisis (debug) del código de una página web tales como monitorización de variables, consulta de la pila de llamadas o ejecución paso a paso, para encontrar y corregir los errores que se hayan podido introducir durante el desarrollo.

Gracias a esta herramienta la depuración del código JavaScript se ha convertido en una tarea más fácil, puesto que al ser un lenguaje interpretado por el cliente y no por el servidor, habría sido imposible la depuración con las herramientas del entorno de desarrollo Eclipse [10] desde el que se realizaba la labor de codificación. Asimismo, la funcionalidad de monitorización del tráfico de red generado por la aplicación ha permitido visualizar los problemas de conexión, formato y permisos de acceso de los mensajes emitidos y/o recibidos, facilitando en gran medida su depuración.

GEDIT

gedit es un editor de textos multiplataforma de software libre. Es un editor de propósito general, pero además incluye herramientas para la edición de código fuente y textos estructurados, como es el caso de los lenguajes de marcado (como HTML o XML). [35]

Esta herramienta se ha empleado en la labor de creación y edición de scripts PHP en el servidor. Estos scripts son principalmente los responsables de manejar las conexiones y consultas a la base de datos desde la aplicación web. El servidor en el que se han desarrollado y posteriormente desplegado estos scripts es una máquina que funciona con la distribución Ubuntu de Linux, y que cuenta con un entorno de escritorio GNOME, del que gedit es el editor de texto predeterminado; de ahí que se haya empleado este editor para realizar estas tareas de desarrollo.

MICROSOFT WORD

Microsoft Word es un software de procesamiento de textos integrado en la suite de oficina Office de Microsoft.

Este editor de texto se ha utilizado para la realización de la memoria de este proyecto. Ha facilitado en gran medida que el documento final tenga una presentación adecuada y un formato correcto.

MICROSOFT PROJECT

Microsoft Project es un software de administración de proyectos integrado en la suite de oficina Office de Microsoft.

Esta aplicación, que facilita la planificación y administración de los recursos, los tiempos y las tareas de un proyecto, se ha empleado para elaborar los diagramas de Gantt presentes en el subapartado de Planificación y Costes del apartado de Análisis Económico.

MOZILLA FIREFOX

Mozilla Firefox es un navegador web libre y de código abierto coordinado por la Corporación Mozilla y la Fundación Mozilla. Es compatible con numerosos lenguajes web entre los que se incluyen HTML, XML, XHTML, SVG, CSS y ECMAScript (JavaScript). [35]

A las características nativas ofrecidas por el navegador se pueden añadir funciones a través de complementos desarrollados por terceros. Entre la gran cantidad de complementos y extensiones disponibles existen varios orientados a los desarrolladores web como Firebug [13] (del que ya se habló anteriormente).

En este proyecto Mozilla Firefox se ha utilizado a dos niveles: consulta de información y desarrollo web. En el primer caso se ha empleado para consultar páginas web con información relevante para el proyecto, hasta el punto de que la gran mayoría de los elementos que figuran en el apartado de *Referencias* son contenido web. Por otro lado, ha sido empleado para realizar las pruebas de las sucesivas versiones de la

aplicación a medida que avanzaba el desarrollo. Gracias a él se han podido visualizar los efectos de los cambios realizados en el código del apartado web de la aplicación y depurarlo en consecuencia.

El hecho de que se incluya únicamente este navegador como herramienta técnica de desarrollo es debido a que ha sido el único empleado durante la elaboración del proyecto para efectuar pruebas y depuración del código. No obstante, al margen del navegador empleado como herramienta de desarrollo, la aplicación puede visualizarse en cualquier navegador moderno (como Chrome, Opera o Safari).

PGADMIN

pgAdmin es una aplicación de desarrollo y administración multiplataforma y de código para el sistema gestor de bases de datos PostgreSQL [28] . pgAdmin proporciona una interfaz gráfica que incluye un editor de SQL con corrector sintáctico, una consola de SQL y otras herramientas orientadas a simplificar la administración de los sistemas de bases de datos basados en PostgreSQL.

pgAdmin está desarrollado por una comunidad de expertos en PostgreSQL y se distribuye bajo una licencia PostgreSQL.

En este proyecto, pgAdmin se ha utilizado para hacer más sencilla la creación, edición y administración de la base de datos en la que se aloja la información de los usuarios del sistema. Esta información es consultada por las aplicaciones clientes y por la página web, que acceden a ella a través de los scripts PHP que controlan el acceso a dicha base de datos. Gracias a pgAdmin es posible comprobar la corrección de los scripts utilizados para crear, eliminar o editar contenido de la base de datos antes de efectuar las peticiones, así como consultar el estado de las tablas, su contenido y su estructura de forma visual y clara.

5.2 TECNOLOGÍAS EMPLEADAS

APACHE SERVER

El servidor HTTP Apache es un servidor web HTTP de código abierto multiplataforma, que se desarrolla dentro del proyecto HTTP Server de la Apache Software Foundation [6] .

Apache es usado principalmente para enviar páginas web estáticas y dinámicas, y muchas aplicaciones web están diseñadas asumiendo como ambiente de implantación a Apache, o que utilizarán características propias de este servidor web.[35]

Apache es el componente de servidor web en la popular plataforma de aplicaciones LAMP, compuesta principalmente por cuatro elementos: Linux como sistema operativo, Apache como servidor web, MySQL como gestor de bases de datos y Python/PHP/Perl como lenguaje de programación. A pesar de que estos programas de código abierto originalmente no fueron diseñados de forma específica para trabajar juntos, la combinación se popularizó debido a su bajo coste de adquisición y la ubicuidad de sus componentes (ya que vienen preinstalados en la mayoría de las distribuciones Linux)[35] . La plataforma de aplicaciones empleada en el servidor web de este proyecto tan sólo difiere de esta propuesta en el gestor de bases de datos, ya que se utiliza PostgreSQL en lugar de MySQL.

En este proyecto, el servidor web de aplicaciones Apache se ha utilizado para dar soporte a los scripts PHP alojados en el servidor. Estos scripts son los responsables tanto de la página web de la aplicación como de proporcionar acceso controlado a las aplicaciones clientes (el cliente web y la aplicación móvil) al contenido de la base de datos.

APACHE TOMCAT

Apache Tomcat es un contenedor de servlets desarrollado bajo el proyecto Jakarta en la Apache Software Foundation [6] . No es un servidor de aplicaciones, como JBoss o JOnAS, sino un servidor web con soporte de servlets y JSPs. Dado que está escrito en Java, funciona en cualquier sistema operativo que disponga de la máquina virtual Java.

Es mantenido y desarrollado por miembros de la Apache Software Foundation y voluntarios independientes. El código fuente y su forma binaria están disponibles para los usuarios de forma libre según los términos establecidos en la Apache Software License. [35]

El contenedor de servlets Apache Tomcat ha sido utilizado para albergar la aplicación web, cuyo código ha sido desarrollado en JavaScript (front-end) y Java (back-end). En este proyecto, Tomcat se ha empleado de forma integrada con el entorno de desarrollo Eclipse.

CORS

CORS (Cross-Origin Resource Sharing) es un intento reciente del W3C [33] de introducir un mecanismo estándar para permitir peticiones de dominio cruzado en navegadores web y servidores. Estas peticiones de dominio cruzado consisten básicamente en efectuar una petición desde una página web a otro dominio distinto al suyo, lo cual no están permitidas por los navegadores web modernos debido a lo que se conoce como *cross-origin security policy* (o política de seguridad del mismo origen) que consiste en una medida de seguridad en la parte cliente que evita que un documento o script cargado en un origen pueda cargarse o modificar propiedades del documento desde un origen diferente. La filosofía de esta política es sencilla: el navegador no debería confiar en contenido cargado desde sitios web arbitrarios. Las páginas web que se ejecutan de forma aislada no pueden conectar a recursos de otros orígenes, ya que sin esta

protección, una página web maliciosa podría comprometer la confidencialidad y la integridad de otra página web.[35]

Por tanto, CORS define un método para que el navegador y el servidor puedan interactuar entre sí para determinar si una petición con distinto origen es admitida o no.

El sistema CORS estándar funciona añadiendo nuevas cabeceras HTTP a las peticiones, que permiten a los servidores proporcionar recursos a los dominios cuyo origen esté permitido. Por su parte, los navegadores dan soporte a estas cabeceras y obligan a que se cumplan las restricciones que estas establecen.

Debido a que nuestro sistema está compuesto por diferentes piezas que conforman un entramado distribuido, este problema se presentó en numerosas ocasiones. Para abordarlo, empleamos principalmente dos métodos distintos, en función del tipo de servidor. Como ya se comentó anteriormente, en el proyecto contamos con un servidor web Apache [6] , en el que están alojados los scripts PHP, y un Apache Tomcat [6] , en el que reside la aplicación web de mapas. Para cada uno de ellos se han seguido los procedimientos comentados a continuación:

- En el Apache Tomcat se empleó CORS Filter [31] . CORS Filter es una biblioteca Java para dar soporte a llamadas CORS en aplicaciones web Java que opera interceptando las peticiones entrantes e identificando si son de origen cruzado, en cuyo caso añade las cabeceras pertinentes antes de dejarlas pasar al destino. Para ponerla en funcionamiento fue necesario, además de adjuntarla al resto de bibliotecas del proyecto, definir ciertos parámetros en el descriptor de despliegue de la aplicación web para configurar el CORS.
- En el servidor Apache, tan sólo fue necesario añadir unas líneas de código en los scripts PHP afectados por las peticiones de origen cruzado, de tal forma que se establecieran las cabeceras necesarias para habilitar el acceso a estos.

HTML

HTML es el lenguaje de marcado predominante para la elaboración de páginas web que se utiliza para describir y traducir la estructura y la información en forma de texto, así como para complementar el texto con objetos como imágenes. Cuenta con la capacidad de poder incluir scripts en lenguajes como JavaScript (tratado a continuación), los cuales pueden afectar al comportamiento del HTML en los navegadores web, aportándole mayor complejidad y posibilidades. El HTML se escribe en forma de etiquetas, rodeadas por corchetes angulares (<,>) y puede describir, hasta un cierto punto, la apariencia de un documento, aunque el método más utilizado para este propósito es el lenguaje CSS. La idea que se encuentra detrás del desarrollo de CSS es separar la estructura de un documento de su presentación. La información de estilo puede ser adjuntada como un documento separado o en el mismo documento HTML, y en este último caso podrían definirse estilos generales en la cabecera del documento o en cada etiqueta particular.[35]

Al ser este un proyecto basado principalmente en tecnología web, la casi totalidad de los elementos con los que opera el usuario, es decir, la página web y la aplicación web de mapas están compuestos en última instancia por código HTML, ya sea proveniente de código HTML propiamente dicho u originado como resultado del procesamiento de scripts en JavaScript. La estructura de las interfaces con las que interacciona el usuario, así como la de todos sus componentes (botones, menús, tablas, campos de texto, etc.) está íntegramente formada por código HTML.

Por otro lado, para definir la apariencia y características visuales de todos esos elementos se emplean las hojas de estilo CSS, las cuales son responsables de definir su tamaño, color, transparencia, posición, etc., así como también el tamaño, color, alineación y fuente de los textos y etiquetas. En nuestro caso particular, el código CSS se ha empleado en las dos variantes descritas anteriormente: como hojas de estilo independientes y como código integrado en cabeceras y etiquetas.

Este código HTML y sus directrices de estilo CSS son finalmente interpretados por el navegador, el cual es el encargado de representar todo el conjunto de forma visual.

JAVA

Java [17] es un lenguaje de programación cuyas aplicaciones son generalmente compiladas a *bytecode* (clase Java) que puede correr en cualquier máquina virtual Java sin importar la arquitectura de la computadora. Java es un lenguaje de programación de propósito general, concurrente, basado en clases, y orientado a objetos, que fue diseñado específicamente para tener tan pocas dependencias de implementación como fuera posible. [35]

El back-end del planificador de rutas está íntegramente desarrollado en Java, y está orientado a ofrecer servicios al front-end (*webapp*) por medio de una interfaz REST, la cual ha sido ampliada con funciones adicionales para dar cobertura a la implementación de OAuth (del que se hablará más adelante) sobre dicho front-end. El código de la parte Java no se muestra en el navegador del usuario (lo que sí ocurre con el JavaScript del paquete *webapp*), haciéndolo viable para establecerlo como intermediario de seguridad en las comunicaciones que se efectúan entre el paquete *webapp* y el servidor de base de datos. De esta manera, no existe necesidad de que las claves secretas del protocolo OAuth [23] se tengan que almacenar en un código descubierto como es el Javascript del paquete *webapp*, sino que se mantienen a salvo de intrusiones externas en el código Java del back-end, al que los usuarios no tienen acceso.

La implementación en Java del back-end aporta numerosas funciones además de las ya comentadas, puesto que en ella se encuentra contenida toda la lógica del planificador de mapas. Para facilitar la labor de implementación de estas funcionalidades se han empleado numerosas librerías Java como Jersey, Apache HttpComponents o OAuth-Signpost, entre muchas otras.

JAVASCRIPT

JavaScript es un lenguaje de programación interpretado, débilmente tipado y dinámico, utilizado principalmente en el lado del cliente. Tradicionalmente se viene utilizando en páginas web HTML para realizar operaciones y únicamente en el marco de la aplicación cliente, sin acceso a funciones del servidor.

JavaScript se diseñó con una sintaxis similar al lenguaje de programación C, aunque adopta nombres y convenciones del lenguaje de programación Java. Sin embargo Java y JavaScript no están relacionados y tienen semánticas y propósitos diferentes. Actualmente, el código JavaScript integrado en las páginas web es interpretado por todos los navegadores modernos.[35]

En este proyecto se ha realizado un extenso uso de JavaScript, principalmente en la aplicación de mapas, en la que el front-end está completamente desarrollado en este lenguaje. La base de este código es el paquete *webapp* de OpenTripPlanner [25] (del que se hablará más adelante), el cual se ha empleado como punto de partida para desarrollar la aplicación web de mapas. Para la realización de este apartado, parte del código JavaScript desarrollado ha utilizado los servicios provistos por las siguientes bibliotecas JavaScript:

- **jQuery:** biblioteca JavaScript de software libre y código abierto que permite simplificar la manera de interactuar con los documentos HTML, manipular el árbol DOM, manejar eventos, desarrollar animaciones y agregar interacción con la técnica AJAX a páginas web. En nuestro proyecto se ha empleado principalmente por su capacidad de efectuar llamadas AJAX con las que invocar de forma dinámica servicios de otros módulos del paquete OpenTripPlanner y scripts PHP localizados en el servidor. [18]
- **ExtJS:** biblioteca JavaScript para el desarrollo de aplicaciones web interactivas usando tecnologías como AJAX, DHTML y DOM desarrollada por Sencha. En el proyecto, esta librería se ha

empleado para desarrollar el apartado gráfico y de manejo de eventos de la interfaz (menús, botones, pestañas, etc.). [30]

- **Raphael:** biblioteca JavaScript para el desarrollo de gráficos vectoriales en la web. Su meta principal es proveer una herramienta para hacer el diseño de arte vectorial fácil y multi-navegador. Utiliza la recomendación SVG del W3C y VML como base para crear los gráficos, lo que significa que cada objeto gráfico creado es también un objeto DOM, y por tanto se le puede adjuntar manejadores de eventos en JavaScript o modificarlos a posteriori. En el proyecto, Raphael se ha utilizado para desarrollar algunos de los elementos gráficos dinámicos de la interfaz, como la banda de simulación de la ruta que aparece bajo el mapa, y que permite al usuario simular el trayecto tramo por tramo con tan solo desplazar el cursor sobre ella.[29]

JSON

JSON es un formato ligero para el intercambio de datos. Es un subconjunto de la notación literal de objetos de JavaScript que no requiere el uso de XML.

La simplicidad de JSON ha dado lugar a la generalización de su uso, especialmente como alternativa a XML en AJAX. Una de las supuestas ventajas de JSON sobre XML como formato de intercambio de datos en este contexto es que es mucho más sencillo escribir un analizador sintáctico de JSON. En JavaScript, un texto JSON se puede analizar fácilmente, lo cual ha sido fundamental para que JSON haya sido aceptado por parte de la comunidad de desarrolladores AJAX, debido a la ubicuidad de JavaScript en los navegadores web. [35]

JSON se emplea habitualmente en entornos donde el tamaño del flujo de datos entre cliente y servidor es de vital importancia cuando la fuente de datos es explícitamente de fiar y donde no es importante el no disponer

de procesamiento XSLT para manipular los datos en el cliente. Si bien es frecuente ver JSON posicionado contra XML, también es frecuente el uso de JSON y XML en la misma aplicación, como es nuestro caso.

El intercambio de datos entre la mayoría de los componentes de nuestro proyecto así como los resultados de las queries efectuadas a la base de datos y las consultas a los servicios de APIs externas emplean JSON como formato para estructurar la información que intercambian. De esta forma, el tráfico de datos se efectúa empleando estructuras con una baja sobrecarga de información por metadatos y etiquetado y cuya lectura e interpretación es muy sencilla en destino. Como ya se ha comentado anteriormente ciertos intercambios de datos en este proyecto no emplean JSON sino XML, lo que será abordado más adelante.

OAuth

OAuth (Open Authorization) [16] [23] es un protocolo abierto para establecer autorización de acceso a recursos. Permite a los usuarios compartir con un servicio sus recursos privados almacenados en otra ubicación sin necesidad de mostrar sus credenciales (típicamente nombre de usuario y contraseña), sustituyéndolas por *tokens* en su lugar. Cada token proporciona acceso a una ubicación específica para recursos concretos y durante un tiempo definido. Esto permite al usuario proporcionar acceso a un tercero a su información privada almacenada en otro proveedor de servicios sin tener que compartir sus permisos de acceso o la totalidad de sus datos. Actualmente es utilizado por muchas de las principales empresas de servicios online, como Facebook, Twitter, Dropbox, Flickr o Google para dar acceso a sus APIs.

En WayFiS se ha implementado tanto la parte cliente como la parte servidor de este protocolo. Los recursos accedidos a través de los scripts de la base de datos en el lado servidor se han cubierto con una capa de autenticación OAuth de tal forma que sólo puedan ser consultados por usuarios autenticados y desde aplicaciones cliente reconocidas. A su vez,

cada una de estas aplicaciones ha de implementar el sistema cliente de OAuth para permitir a sus usuarios contactar con sus datos almacenados en la base de datos de WayFiS, y así poder esta aplicación utilizarlos para fines propios sin necesidad de almacenar ni tener acceso directo a las credenciales de los usuarios en el sistema. El proyecto desarrollado comprende tanto la parte servidora como una parte cliente (la aplicación web), por lo que a lo largo del desarrollo del proyecto se han implementado ambas facetas de este protocolo de autenticación. Cabe destacar que dicha parte cliente está subdividida en dos módulos: la página web (elaborada en PHP) y el planificador de rutas (elaborado en JavaScript y Java), necesitando cada una de ellas una implementación específica del cliente OAuth, aunque comparten las mismas claves de cliente (se consideran a todos los efectos una sola aplicación). Además de implementar la parte cliente y servidor, se ofrece una interfaz abierta (API) de comunicación con el servidor para que sea usada por otras aplicaciones clientes que se desarrollen posteriormente, como es el caso de la aplicación para móviles, cuyo desarrollo está actualmente a cargo de otro de los socios del consorcio.

OPENTRIPPLANNER

OpenTripPlanner [25] [26] es un planificador de rutas de código abierto compatible con Linux, Microsoft Windows y potencialmente con cualquier plataforma que cuente con una máquina virtual Java. Está distribuido bajo licencia LGPL, y a día de hoy se encuentra en fase de desarrollo activo y cerca de alcanzar los objetivos para completar la primera fase del proyecto.

Principalmente desarrollado en Java y JavaScript, este planificador ha sido empleado como base de la aplicación web de planificación de rutas de este proyecto.

Ofrece distintas vistas del terreno mediante la utilización de diferentes proveedores de mapas como Mapbox [19] , Mapquest [20] y OpenStreetMap [24] .

PHP

PHP [27] es un lenguaje de programación de script del lado servidor originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico. Fue uno de los primeros lenguajes de programación del lado del servidor que se podían incorporar directamente en un documento HTML en lugar de llamar a un archivo externo que procesara los datos.

El código PHP es interpretado por un servidor web con un módulo de procesamiento de PHP, que genera la página web resultante. Cuando el cliente hace una petición al servidor para que le envíe una página web, el servidor ejecuta el intérprete de PHP. Éste procesa el script solicitado, genera el contenido de manera dinámica (por ejemplo obteniendo información de una base de datos) y envía el resultado por el intérprete de vuelta al servidor, quien a su vez se lo envía al cliente.

PHP puede ser ejecutado en la mayoría de los sistemas operativos, como la familia Unix o Microsoft Windows, y puede interactuar con los servidores web más populares como CGI, Apache e ISAPI.

En WayFiS, PHP se ha utilizado para desarrollar principalmente dos elementos: la página web y los scripts del lado servidor que se encargan de manejar las consultas a la base de datos. Si bien los scripts responsables de la página web tienen una presencia gráfica en el sistema dando como resultado la generación dinámica de las distintas páginas que conforman el sitio web de la aplicación, los manejadores de peticiones a la base de datos tan sólo reciben peticiones, las procesan, y devuelven la información que corresponda, sin generar en el proceso código HTML visible para el usuario.

POSTGRESQL

PostgreSQL [28] es un sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional de código libre, distribuido bajo licencia BSD y disponible para numerosas plataformas, entre las que se encuentran Linux, FreeBSD, Solaris, Microsoft Windows y Mac OS X. El desarrollo de PostgreSQL está dirigido por una comunidad de desarrolladores denominada PGDG (PostgreSQL Global Development Group) que trabajan de forma desinteresada, altruista y libre, supervisados por organizaciones como RedHat y EnterpriseDB.

En nuestro proyecto PostgreSQL ha sido usado como sistema gestor de bases de datos para almacenar y manejar toda la información empleada en el conjunto de la aplicación, lo cual abarca los datos generados y consultados en la página web, la aplicación web de mapas, y la aplicación móvil, así como la información GTFS empleada por el planificador de rutas y los códigos del sistema de seguridad de acceso a recursos OAuth.

XML

XML es un lenguaje de marcas desarrollado por el W3C [33] que permite definir la gramática de lenguajes específicos para estructurar documentos grandes. A diferencia de otros lenguajes, XML da soporte a bases de datos, siendo útil cuando varias aplicaciones se deben comunicar entre sí o integrar información. Es un lenguaje extensible, de tal forma que después de diseñado y puesto en producción, es posible extenderlo con la adición de nuevas etiquetas, de modo que se pueda continuar utilizando sin complicación alguna.

XML no ha nacido sólo para su aplicación en Internet, sino que se propone como un estándar para el intercambio de información estructurada entre diferentes plataformas. Se puede usar en bases de datos, editores de texto, hojas de cálculo y casi cualquier cosa imaginable.

Es una tecnología que tiene a su alrededor otras que la complementan y la hacen mucho más grande y con unas posibilidades mucho mayores, aunque éstas han sido regularmente criticadas por su nivel de detalle y complejidad. El mapeo del modelo de árbol básico de XML hacia los sistemas de tipos de lenguajes de programación o bases de datos puede ser difícil, especialmente cuando se utiliza XML para el intercambio de datos altamente estructurados entre aplicaciones, lo que no era su objetivo primario de diseño. [35]

La aplicación de XML en nuestro proyecto se limita a transmisiones que implican un gran volumen de datos, como el envío de una ruta, con todos los detalles y elementos que permiten representarla al detalle. Es decir, cuando al sistema se le exige generar una ruta, independientemente de la complejidad de esta, la respuesta es un documento XML que contiene toda la información correspondiente a la ruta codificada siguiendo las directrices de este formato. El documento es recibido en destino e interpretado mediante un analizador sintáctico (o parser) de XML, donde se extrae toda la información contenida en la estructura de datos. Este documento es la definición completa de la ruta, por lo que si se almacena nos ofrece la posibilidad de volver a consultarlo más adelante permitiéndonos volver a representar la ruta sin necesidad de pedir de nuevo al sistema que la calcule, sino tan sólo que la dibuje ahorrándonos tiempo de cálculo.

6 ANÁLISIS ECONÓMICO

6.1 CONSIDERACIONES INICIALES

Las tareas de análisis relativas a la gestión, planificación y administración del proyecto fueron realizadas por los responsables correspondientes de las entidades participantes antes de que el estudiante entrara a formar parte de él, por lo que éste no estuvo involucrado a ningún nivel en la toma de decisiones de esta etapa.

El presupuesto total estimado del proyecto se subdivide en los presupuestos parciales de cada uno de los miembros del consorcio, los cuales varían en función de las labores que les fueran asignadas durante la planificación. Partiendo de esta premisa, y asumiendo que el estudiante no ha tenido acceso al presupuesto total del proyecto ni al parcial correspondiente a su empresa, en este apartado únicamente se abordarán los gastos derivados de las etapas del proyecto en las que el estudiante ha participado activamente y que conoce de primera mano.

Es importante también tener en cuenta que algunas de estas tareas han sido llevadas a cabo en su totalidad por el estudiante, mientras que otras se han realizado de manera conjunta entre los distintos miembros de la empresa involucrados en el proyecto. Por lo tanto no tendría sentido desglosar el trabajo efectuado especificando quién ha hecho qué de forma meticulosa, ni tratar de cuantificar la retribución exacta que corresponde al trabajo realizado por cada uno. En su lugar, se procederá a utilizar una métrica de estimación de costes basada en los gastos generados durante el periodo de participación del estudiante en el proyecto: salarios de los miembros del equipo, software y material.

Para aclarar e ilustrar los gastos declarados en la estimación presupuestaria, también se adjuntan unos diagramas de Gantt correspondientes a las dos fases del proyecto en las que el estudiante ha tomado parte, en los que se especifica la duración de las tareas

desarrolladas y en cuáles de ellas ha estado involucrado cada uno de los miembros del equipo de trabajo del proyecto.

6.2 PLANIFICACIÓN

En esta fase se ilustrará la planificación de las tareas que se han desarrollado a lo largo del proyecto, así como la participación en ellas de los distintos miembros del grupo.

Para ello se acudirá a dos diagramas de Gantt que muestran las distintas fases y subfases llevadas a cabo durante el desarrollo, su duración real, sus dependencias de otras tareas y los miembros involucrados en cada una de ellas.

El proyecto se divide en dos fases:

- Primera Fase: va desde la fase de análisis previa a la incorporación del estudiante, en la que se definieron las líneas generales del proyecto y sus aspectos más importantes hasta la primera revisión oficial del estado del desarrollo.
- Segunda Fase: comprende desde la continuación del proyecto tras la revisión oficial hasta su conclusión. El estudiante concluyó su trabajo en este proyecto al final de esta etapa, por lo que no se contemplan más tareas o hitos más allá de esta fecha (como la revisión oficial final).

En correspondencia a cada una de estas dos fases, se adjuntan los correspondientes diagramas de Gantt a continuación:

PLANIFICACIÓN DE LA PRIMERA FASE DEL PROYECTO

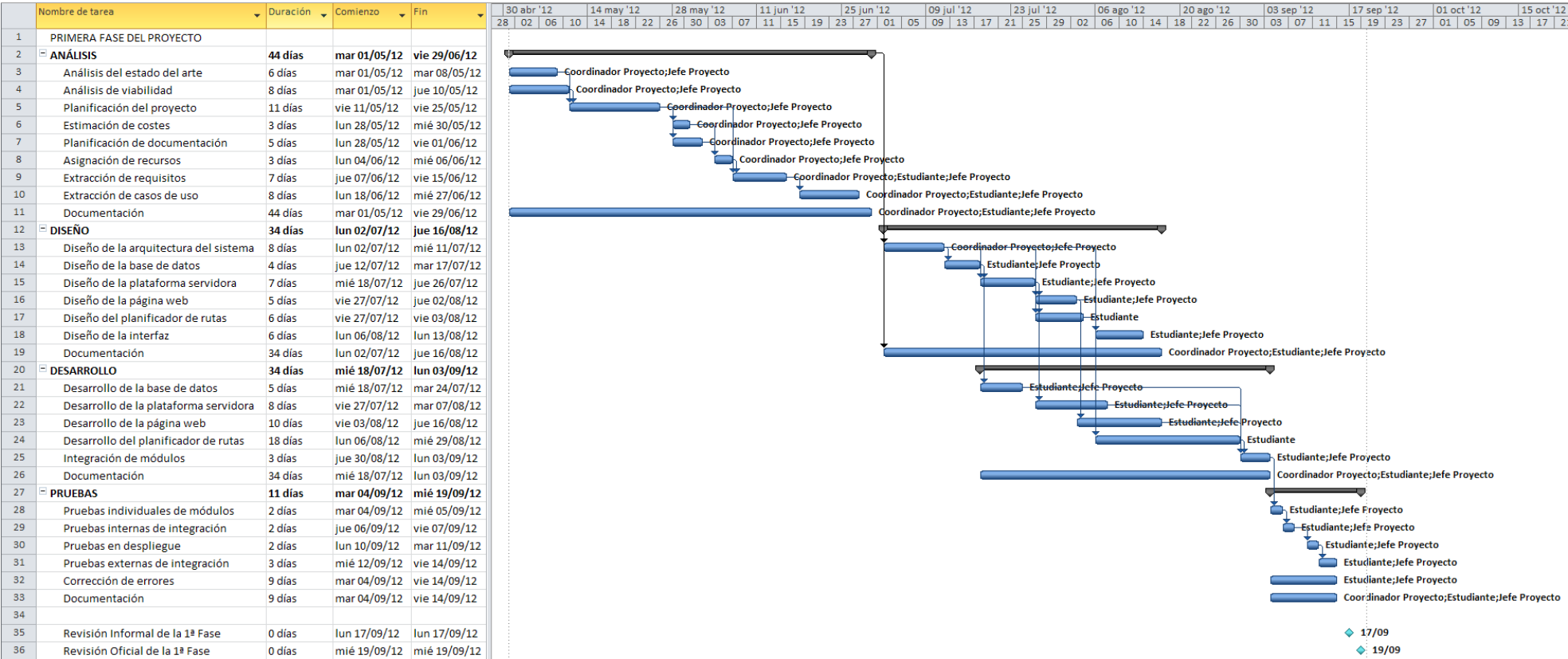


ILUSTRACIÓN 19: DIAGRAMA DE GANTT – PLANIFICACIÓN DE LA PRIMERA FASE DEL PROYECTO

PLANIFICACIÓN DE LA SEGUNDA FASE DEL PROYECTO

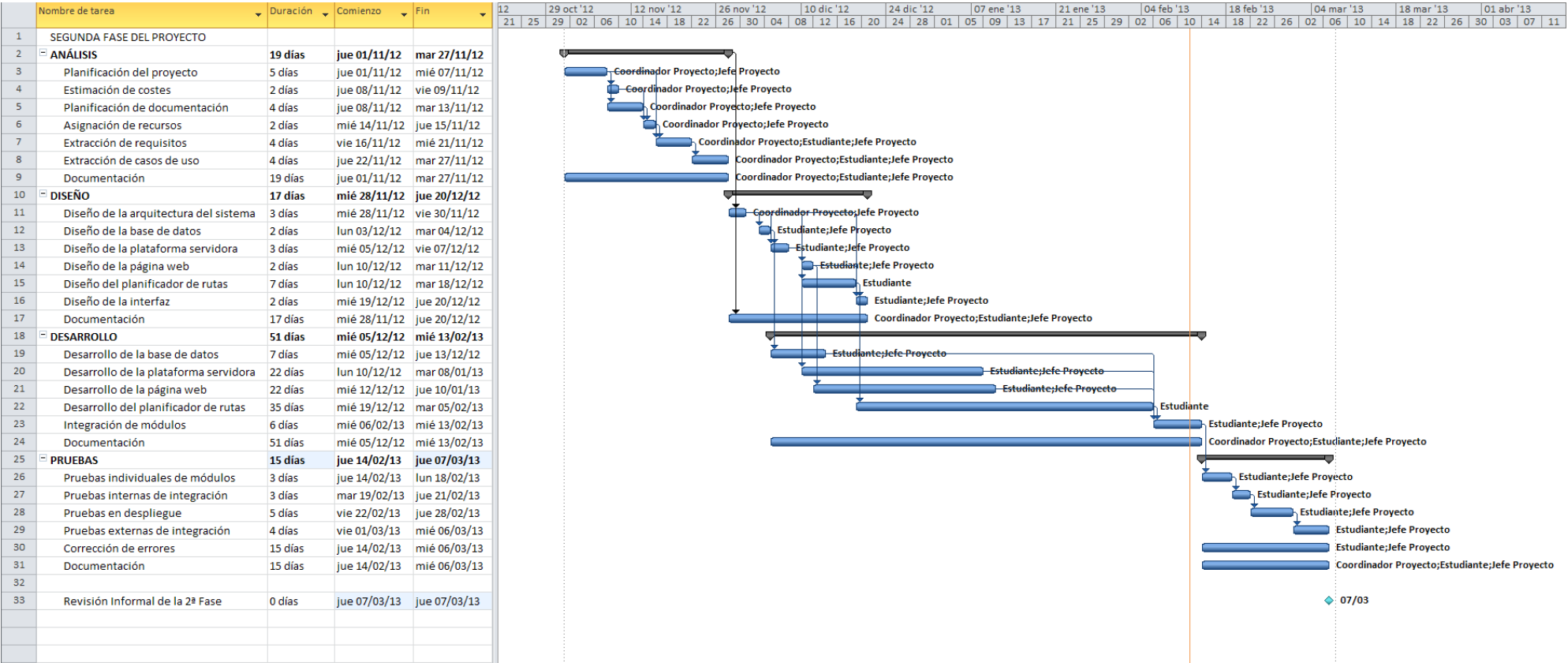


ILUSTRACIÓN 20: DIAGRAMA DE GANTT – PLANIFICACIÓN DE LA SEGUNDA FASE DEL PROYECTO

6.3 COSTES

Analizando los diagramas anteriores puede comprobarse que la duración total del proyecto va desde el 1 de mayo de 2012 hasta el 7 de marzo de 2013. Esto implica un intervalo de tiempo ligeramente superior a los 10 meses, pero si se tiene en cuenta el pequeño parón entre la revisión oficial de la primera fase y el comienzo de la segunda, se podría considerar redondeando que el tiempo invertido es de 10 meses completos.

El estudiante se incorporó a él el día 1 de agosto de 2012, por lo que a efectos del cálculo de su salario se han de descontar los tres primeros meses de este período. A partir de ese punto, tanto el estudiante como los otros dos miembros del grupo de trabajo (Coordinador y Jefe de Proyecto) continuaron participando activamente en él hasta su conclusión.

Como puede extraerse de los diagramas, los integrantes del proyecto son tres: el Coordinador del Proyecto, el Jefe de Proyecto y el estudiante, desempeñando cada uno diversos roles en el análisis, diseño, desarrollo e implantación del sistema.

Los recursos tecnológicos requeridos para desarrollar e implantar los módulos del proyecto han sido 3 ordenadores portátiles (uno por cada miembro del grupo de trabajo) empleados en la elaboración del código y la documentación, y un ordenador servidor en el que se han desplegado los módulos desarrollados haciéndolos accesibles desde el exterior.

Por otra parte, el software empleado para implementar los módulos ha sido en su totalidad software libre, por lo que al ser de uso gratuito no ha supuesto ningún gasto adicional. La excepción es el paquete Microsoft Office, cuyos programas Word, Excel y Project se han empleado para la elaboración de la documentación del proyecto, y que sí requiere una licencia de pago.

A continuación se procederá a desglosar los gastos arriba expuestos y a contabilizar el coste total derivado del desarrollo del proyecto:

GASTOS EN PERSONAL

	Salario Mensual	Meses Trabajados	Coste
Coordinador	2500€	10	25000€
Jefe de Proyecto	1800€	10	18000€
Estudiante	800€	7	5600€
Subtotal:			48600€

TABLA 69: GASTOS DE PERSONAL

GASTOS EN SOFTWARE

	Coste Unidad	Unidades	Coste
Microsoft Office 2010	50€	3	150€
Subtotal:			150€

TABLA 70: GASTOS DE SOFTWARE

GASTOS EN MATERIAL

	Coste Unidad	Unidades	Coste
Ordenador Portátil	1000€	3	3000€
Servidor	1000€	1	1000€
Subtotal:			4000€

TABLA 71: GASTOS DE MATERIAL

RESUMEN DE GASTOS

	Coste
Personal	48600€
Software	150€
Material	4000€
COSTE TOTAL DEL PROYECTO:	52750€

TABLA 72: COSTE TOTAL DEL PROYECTO

El gasto final del proyecto ha sido de **52750 euros**.

7 CONCLUSIONES

Tras haber completado el proceso de desarrollo de la herramienta, es de esperar que la aplicación final cumpla los objetivos principales que se definieron al inicio, en el apartado de introducción. Al tratarse de un proyecto empresarial de investigación y desarrollo llevado a cabo por distintos socios, fue necesario que la especificación de la herramienta estuviera bien definida antes de empezar con la implementación, y por ello los objetivos de los que hablamos anteriormente aseguraron su presencia quedando plasmados en forma de requisitos.

La aplicación por tanto, no sólo cumple las necesidades expresadas inicialmente, sino que a medida que el proyecto avanzaba se fueron proponiendo y añadiendo mejoras y requisitos adicionales que extendían las funcionalidades iniciales.

La parte de la aplicación desarrollada por el estudiante comprende una aplicación web cliente, una aplicación de planificación de rutas y una sección importante del núcleo servidor del proyecto; este núcleo servidor es una parte vital de la arquitectura ya que es utilizado por todos los módulos cliente a la hora de acceder a los datos de los usuarios y a sus configuraciones. Por tanto, puede considerarse de sustancial utilidad la labor desarrollada por el estudiante en el marco del proyecto WayFiS, puesto que ha posibilitado la integración del resto de herramientas en un sistema homogéneo y a su vez ha desarrollado aplicaciones que se sirven de esta plataforma y amplían sus funciones.

Las necesidades de ampliación de las funcionalidades originales a lo largo del proyecto han puesto en evidencia la utilidad de que el código desarrollado por el estudiante fuera modular y ampliable, haciendo posible a lo largo del período de implementación la inclusión de nuevas características y tecnologías.

Por último cabría destacar los puntos más reseñables que han supuesto dificultades al desarrollo a lo largo del proyecto, y las soluciones que se han aplicado para superarlos. En el siguiente apartado se procederá a ello.

7.1 DIFICULTADES ENCONTRADAS

Todo el trabajo plasmado en este proyecto y su memoria ha sido llevado a cabo por un único estudiante. Esta limitación influye en muchos ámbitos, que van desde el tiempo invertido para realizarlo hasta la posible falta de visión global en ciertos aspectos como el de la codificación o el apartado gráfico. En la medida de lo posible, el estudiante ha tratado de aliviar este problema recurriendo ocasionalmente a los supervisores y jefes del proyecto en busca de consejo o de una segunda opinión. El hecho de contar con puntos de vista adicionales de otras personas involucradas directamente en el proyecto ha supuesto un recurso muy valioso para crear un mejor contenido.

Por otra parte, el trabajo realizado en el apartado técnico, principalmente en lo referente a la codificación, se ha efectuado con numerosas tecnologías diferentes, que en su mayoría eran nuevas para el estudiante. Esta situación ha supuesto una dificultad añadida muy importante, puesto que no sólo ha habido que desarrollar un proyecto complejo manteniendo unos criterios de calidad y rendimiento elevados, sino que además se ha tenido que realizar con tecnologías que el estudiante no dominaba, lo que le ha supuesto un gran esfuerzo adicional. La complejidad que conllevaba el código a implementar era ya de por sí un desafío, pero lo fue más aun al tener en cuenta que el estudiante era primerizo con las herramientas.

Una dificultad añadida al desconocimiento de las tecnologías fue la necesidad de buscar soluciones para los problemas complejos que fueron surgiendo a lo largo del desarrollo sin conocer plenamente las limitaciones tecnológicas de estas herramientas. En muchos casos, parecían existir numerosas vías para solucionar un problema, pero ninguna de ellas encajaba plenamente en el entorno específico del proyecto. Es muy importante mencionar este punto en este apartado, debido a que la necesidad de superar estas situaciones llevó al estudiante a profundizar ampliamente en las tecnologías utilizadas, en sus limitaciones y en su filosofía, lo cual acarreó un valioso aprendizaje a la vez que fue de gran utilidad para solventar los problemas futuros.

Al tratarse de un proyecto empresarial, el desarrollo del sistema ha estado marcado por plazos: revisiones, entregas, pruebas de concepto, etc. Por lo tanto, al margen del calendario seguido en el ámbito académico, se tuvieron que cumplir rigurosamente las fechas estipuladas por parte de los socios. Cada tipo de evento en el calendario del proyecto requería diferentes requisitos implementados, y en función del tipo de prueba estos podían cumplirse de forma más o menos rigurosa. No obstante, el ritmo marcado por estos plazos ha determinado en gran medida el paso seguido por el proyecto.

El período del proyecto en el que el estudiante ha participado activamente ha tenido lugar durante un intervalo de unos 8 meses, por lo que a lo largo de esta etapa ha dado tiempo a que cambiasen muchas cosas. Debido a la amplitud del proyecto, no sólo se emplean recursos creados internamente por el equipo de desarrollo, sino que se echa mano de numerosos servicios externos. Durante este plazo, los términos de licencia y los protocolos de acceso a algunos de estos servicios en ocasiones se han visto modificados, dando lugar a que partes del sistema dejaran de funcionar. No obstante, a medida que fueron surgiendo estos problemas se fueron solucionando.

Por último, el hecho de hablar del proyecto de un consorcio compuesto por varios socios conlleva la necesidad de integrar varias partes de forma que funcionen como un todo. Para ello, se hizo necesario detallar escrupulosamente todos los cambios en las interfaces y modos de comunicación de las funciones desarrolladas, de tal forma que pudieran ser comunicados de forma clara y concisa a los otros miembros. De ahí que la labor de comunicación entre los distintos miembros del consorcio haya sido tan relevante.

En definitiva, la necesidad de superar las dificultades afrontadas a lo largo de este proyecto ha supuesto un reto diario para el estudiante, pero la voluntad y decisión puestas en solucionarlas ha conllevado un gran y valioso aprendizaje. Con lo que podemos concluir que el gran esfuerzo invertido en este proyecto ha conllevado una enorme recompensa.

8 REFERENCIAS

8.1 ARTÍCULOS

[1] Bien, Z. Z., Park, K. H., Jung, J. W., & Do, J. H. (2005). Intention reading is essential in human-friendly interfaces for the elderly and the handicapped. *Industrial Electronics, IEEE Transactions on*, 52(6), 1500-1505.

[2] Zajicek, M. (2000). Interface Support for Elderly People with Impaired Sight or Memory. *6th ERCIM Workshop "User Interfaces For All", Short Papers*

[3] Lerario, B. R. (2005). Simple Web Interface For the Elderly. *Rensselaer Polytechnic Institute at Hartford, Computer Science Seminar, April 16th 2005*.

[4] Murdico, J. (2005). Usability Inspection of a GPS Navigation System. *Rensselaer Polytechnic Institute at Hartford, Computer Science Seminar, April 16th 2005*.

8.2 PÁGINAS WEB

[5] <http://www.aal-europe.eu>, página web de Ambient Assisted Living Joint Programme, accedida en enero 2013

[6] <http://www.apache.org>, página web de Apache Software Foundation, accedida en diciembre 2012

[7] <http://betalabs.nokia.com>, página web de Nokia Beta Labs, accedida en noviembre 2012

[8] <http://www.bing.com/maps>, página web de Bing Maps , accedida en enero 2013

- [9] <http://cordis.europa.eu>, página web del Servicio de Información Comunitario sobre Investigación y Desarrollo de la Unión Europea, accedida en febrero 2013
- [10] <http://www.eclipse.org>, página web de Eclipse Foundation, accedida en diciembre 2012
- [11] <http://www.entrance.fr>, página web del proyecto Entrance, accedida en diciembre 2012
- [12] <http://www.foxytour.net>, página web de Foxytour, accedida en diciembre 2012
- [13] <http://www.getfirebug.com>, página web de Firebug, accedida en enero 2013
- [14] <http://www.handimap.org>, página web de Handimap, accedida en enero 2013
- [15] <http://www.here.net>, página web de Nokia Here, accedida en diciembre 2012
- [16] <http://www.hueniverse.com>, blog de Eran Hammer, accedido en enero 2013
- [17] <http://www.java.com>, página web de Java, accedida en febrero 2013
- [18] <http://www.jquery.com>, página web de JQuery, accedida en diciembre 2012
- [19] <http://www.mapbox.com>, página web de Mapbox Maps, accedida en enero 2013
- [20] <http://www.mapquest.com>, página web de Mapquest Maps, accedida en diciembre 2012
- [21] <http://www.maps.yahoo.com>, página web de Yahoo Maps, accedida en diciembre 2012
- [22] <http://www.maps.google.com>, página web de Google Maps, accedida en febrero 2013

- [23] <http://www.oauth.net>, página web de OAuth, accedida en enero 2013
- [24] <http://www.openstreetmap.org>, página web de OpenStreetMap, accedida en enero 2013
- [25] <http://www.opentripplanner.com>, página web de OpenTripPlanner, accedida en diciembre 2012
- [26] <http://www.opentripplanner.org/wiki>, wiki de OpenTripPlanner, accedida en diciembre 2012
- [27] <http://www.php.net> , página web de PHP, accedida en enero 2013
- [28] <http://www.postgresql.org.es>, página web de PostgreSQL, accedida en diciembre 2012
- [29] <http://www.raphaeljs.com>, página web de RaphaelJS, accedida en diciembre 2012
- [30] <http://www.sencha.com>, página web de Sencha (ExtJS), accedida en diciembre 2012
- [31] <http://www.software.dzhuvinov.com>, página web de Vladimir Dzhuvinov, accedida en enero 2013
- [32] <http://www.stimulate-aal.eu>, página web del proyecto Stimulate, accedida en enero 2013
- [33] <http://www.w3.org>, página web de World Wide Web Consortium, accedida en enero 2013
- [34] <http://www.wayfis.eu>, página web del proyecto WayFiS, accedida en febrero 2013
- [35] <http://www.wikipedia.org>, enciclopedia online Wikipedia, accedida en febrero 2013

9 APÉNDICES

9.1 ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AAL (Ambient Assisted Living): es una iniciativa que involucra a 23 países (20 países de la UE más Noruega, Suiza e Israel) cuyos principales objetivos son mejorar las condiciones de vida de los adultos mayores y fortalecer la competitividad de la industria europea en este ámbito. [5]

AJAX (Asynchronous Javascript And XML): es una técnica de desarrollo web para crear aplicaciones interactivas. Estas aplicaciones se ejecutan en el cliente, es decir, en el navegador de los usuarios mientras se mantiene la comunicación asíncrona con el servidor en segundo plano. De esta forma es posible realizar cambios sobre las páginas sin necesidad de recargarlas, lo que significa aumentar la interactividad, velocidad y usabilidad en las aplicaciones.[35]

API (Application Programming Interface): es un conjunto de funciones y procedimientos o métodos que ofrece cierta biblioteca para ser utilizada por otro software como una capa de abstracción.[35]

CGI (Common Gateway Interface): es una tecnología que permite a un cliente solicitar datos de un programa ejecutado en un servidor web. CGI especifica un estándar para transferir datos entre el cliente y el programa. Es un mecanismo de comunicación entre el servidor web y una aplicación externa cuyo resultado final de la ejecución son objetos MIME. Las aplicaciones que se ejecutan en el servidor reciben el nombre de CGIs.[35]

CORS (Cross-Origin Resource Sharing): es un mecanismo que permite a una página web hacer peticiones (*XMLHttpRequests*) a otro dominio. Tales peticiones estarían prohibidas por los navegadores web, debido a la *política de seguridad del mismo origen* (same origin security policy). CORS define una manera en la que el navegador y el servidor pueden interactuar para determinar si se permite o no la solicitud de orígenes múltiples.[35]

CSS (Cascading Style Sheets): es un lenguaje de hojas de estilo usado para describir la semántica de presentación (el aspecto y el formato) de un documento escrito en un lenguaje de marcado. Su aplicación más común es proporcionar la presentación de las páginas web escritas en HTML y XHTML, pero puede aplicarse a cualquier tipo de documento XML. CSS está diseñado principalmente para permitir la separación del contenido del documento (escrito en HTML o un lenguaje de marcado similar) de la presentación del documento, incluyendo elementos tales como el diseño, colores y tipos de letra.[35]

DHTML (Dynamic HTML): conjunto de técnicas que permiten crear sitios web interactivos utilizando una combinación de lenguaje HTML estático, un lenguaje interpretado en el lado del cliente (como JavaScript), el lenguaje de hojas de estilo en cascada (CSS) y la jerarquía de objetos de un Document Object Model (DOM). Una página de HTML Dinámico es cualquier página web en la que los scripts en el lado del cliente cambian el HTML del documento, después de que éste haya cargado completamente, lo cual afecta a la apariencia y las funciones de los objetos de la página. La característica dinámica del DHTML, por tanto, es la forma en que la página interactúa con el usuario cuando la está viendo, siendo la página la misma para todos los usuarios.[35]

DOM (Document Object Model): es una interfaz de programación de aplicaciones (API) que proporciona un conjunto estándar de objetos para representar documentos HTML y XML, un modelo estándar sobre cómo pueden combinarse dichos objetos, y una interfaz estándar para acceder a ellos y manipularlos. A través del DOM, los programas pueden acceder y modificar el contenido, estructura y estilo de los documentos HTML y XML, que es para lo que se diseñó principalmente.[35]

ECMAScript: es una especificación de lenguaje de programación de tipos dinámicos publicada por ECMA International. Su desarrollo estuvo basado en el popular lenguaje JavaScript. Actualmente está aceptado como el estándar ISO 16262.[35]

FP7 (7th Framework Programme): el Séptimo Programa Marco es un programa que agrupa todas las iniciativas relacionadas con la investigación de la Unión Europea y desempeña un papel crucial en la consecución de sus objetivos de crecimiento, competitividad y empleo. Es un pilar clave para el Espacio Europeo de Investigación (*ERA, European Research Area*). Los amplios objetivos del FP7 están agrupados en cuatro categorías: Cooperación, Ideas, Personas y Capacidades. Para cada tipo de objetivo hay un programa específico correspondiente a las áreas principales de la política de investigación de la Unión Europea. [9]

GIT: es un software de control de versiones diseñado pensando en la eficiencia y la confiabilidad del mantenimiento de versiones de aplicaciones cuando éstas tienen un gran número de archivos de código fuente. Hay algunos proyectos de mucha relevancia que ya usan Git, como el grupo de programación del núcleo Linux.[35]

GNOME (GNU Network Object Model Environment): es un entorno de escritorio e infraestructura de desarrollo para sistemas operativos Unix y derivados Unix compuesto enteramente de software libre.[35]

GNU (GNU is Not Unix, acrónimo recursivo): es un proyecto iniciado con el objetivo de crear un sistema operativo completamente libre: el sistema GNU. A fecha de hoy aún no existe un núcleo estable de GNU.[35]

GPS (Global Positioning System): es un sistema global de navegación por satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una precisión hasta de centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. El sistema fue desarrollado, instalado y actualmente operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.[35]

GTFS (General Transit Feed Specification): es una especificación de datos que define un formato común para los horarios de transportes públicos y la información geográfica asociada a éstos. Los *feeds* de GTFS permiten a las agencias de transporte publicar los datos de sus rutas y a los desarrolladores crear aplicaciones que empleen esos datos.[35]

HTML (HyperText Markup Language): es el lenguaje de marcado principal para la creación de páginas web y otros contenidos que pueden mostrarse a través de un navegador web. HTML se escribe en forma de elementos que consisten en etiquetas dentro del contenido de la página web, encerradas entre paréntesis angulares (como <html>). Entre estas etiquetas se pueden agregar texto, etiquetas, comentarios y otros tipos de contenido basado en texto. Los navegadores web no muestran las etiquetas HTML, pero las utilizan para interpretar el contenido de la página. HTML hace posible incluir imágenes y crear formularios interactivos, y permite utilizar scripts escritos en lenguajes como JavaScript que afectan al comportamiento de la páginas web.[35]

HTTP (HyperText Transfer Protocol): es el protocolo usado en cada transacción de la World Wide Web. HTTP fue desarrollado por el W3C y la IETF, colaboración que culminó en 1999. HTTP define la sintaxis y la semántica que utilizan los elementos de software de la arquitectura web (clientes, servidores, proxies) para comunicarse. Es un protocolo orientado a transacciones y sigue el esquema petición-respuesta entre un cliente y un servidor.[35]

IETF (Internet Engineering Task Force): es una organización internacional abierta de normalización sin ánimo de lucro, que tiene como objetivos el contribuir a la ingeniería de Internet, actuando en diversas áreas, como transporte, encaminamiento, seguridad. La IETF es mundialmente conocida por ser la entidad que regula las propuestas y los estándares de Internet, conocidos como RFC (*Request For Comments*).[35]

ISAPI (Internet Server Application Programming Interface): es una interfaz, de programación de aplicaciones (API) para el servidor web de Microsoft, IIS (Internet Information Server). Además del IIS, hay otros servidores web que soportan ISAPI.[35]

JSON (JavaScript Object Notation): es un estándar abierto basado en texto diseñado para realizar intercambios de datos de manera legible para el ser humano. Se utiliza principalmente para transmitir datos entre un servidor y una aplicación web, sirviendo de alternativa a XML. JSON es una

derivación de JavaScript para representar estructuras de datos simples y arrays asociativos, pero a pesar de ello ambos son independientes.[35]

JSP (JavaServer Pages): es una tecnología Java que permite generar contenido dinámico para web, en forma de documentos HTML, XML o de otro tipo. Las JSP permiten la utilización de código Java mediante scripts. Además, es posible utilizar algunas acciones JSP predefinidas mediante etiquetas. Para implementar y ejecutar JSP se necesita un servidor web compatible con un contenedor de servlets, como Apache Tomcat o Jetty.[35]

JTI (Joint Technology Initiative): son iniciativas tecnológicas conjuntas de ámbito europeo formadas por asociaciones públicas y privadas, la industria, la comunidad científica y las autoridades públicas, creadas para perseguir ambiciosos objetivos de investigación comunes. Están enmarcadas dentro del Séptimo Programa Marco para acciones de investigación, desarrollo tecnológico y demostración en áreas estratégicas, donde la investigación y la innovación son esenciales para la competitividad europea. [9]

LAMP (Linux Apache MySQL Perl/PHP/Python): un sistema de infraestructura de internet que usa Linux como sistema operativo, Apache como servidor web, MySQL como sistema gestor de base de datos y Perl/PHP/Python como lenguaje de programación. A pesar de que originalmente estos programas de código abierto fueron específicamente diseñados para trabajar entre sí, la combinación se popularizó debido a su bajo coste de adquisición y a la ubicuidad de sus componentes (ya que vienen pre-instalados en la mayoría de las distribuciones Linux). Cuando son combinados, representan un conjunto de soluciones que soportan servidores de aplicaciones.[35]

MVC (Modelo-Vista-Controlador): es un patrón o modelo de abstracción de desarrollo de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de negocio en tres componentes distintos. El patrón de llamada y retorno MVC se ve frecuentemente en aplicaciones web, donde la vista es la página HTML y el código que provee de datos dinámicos a la página; el modelo es el sistema gestor de base de datos y la

lógica de negocio, y el controlador es el responsable de recibir los eventos de entrada desde la vista.[35]

PGDG (PostgreSQL Global Development Group): comunidad de desarrolladores que trabajan de forma desinteresada y libre en el desarrollo del sistema gestor de base de datos de código abierto PostgreSQL.[35]

PHP (PHP Hypertext Pre-processor, acrónimo recursivo): es un lenguaje de programación interpretado que se utiliza para generar páginas web de forma dinámica. Se ejecuta en el lado servidor (que ha de disponer de un módulo procesador de PHP), por lo que el navegador web cliente ya recibe la página en formato HTML, no pudiendo visualizar el código PHP. Aunque es menos popular, también puede utilizarse para generar interfaces de comandos y aplicaciones ejecutables con interfaz gráfica. Debido a su rica biblioteca, a veces se le hace referencia como una plataforma en lugar de tan sólo como un lenguaje.[35]

REST (REpresentational State Transfer): es una técnica de arquitectura software para sistemas distribuidos como la World Wide Web. Si bien el término se refería originalmente a un conjunto de principios de arquitectura, en la actualidad se usa en sentido más amplio para describir cualquier interfaz web simple que utiliza XML y HTTP, sin las abstracciones adicionales de los protocolos basados en patrones de intercambio de mensajes como el protocolo de servicios web SOAP.[35]

RFID (Radio-Frecuency IDentification): es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas, transpondedores o tags RFID. El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto mediante ondas de radio. Las etiquetas RFID son unos dispositivos pequeños, similares a una pegatina, que pueden ser adheridas o incorporadas a un producto, un animal o una persona. Contienen antenas para permitirles recibir y responder a peticiones por radiofrecuencia desde un emisor-receptor RFID. Las etiquetas pasivas no necesitan alimentación eléctrica interna, mientras que las activas sí lo requieren. Una de las ventajas del uso de radiofrecuencia (en lugar, por ejemplo, de

infrarrojos) es que no se requiere visión directa entre emisor y receptor.[35]

SOAP (Simple Object Access Protocol): es un protocolo estándar que define cómo dos objetos en diferentes procesos pueden comunicarse por medio de intercambio de datos XML. Este protocolo deriva de un protocolo llamado XML-RPC. SOAP puede formar la capa base de una pila de protocolo de servicio web, ofreciendo un marco de mensajería básica en el cual los servicios web se puedan construir. Este protocolo basado en XML consiste de tres partes: un “sobre”, el cual define qué hay en el mensaje y cómo procesarlo; un conjunto de reglas de codificación para expresar instancias de tipos de datos; y una convención para representar llamadas a procedimientos y respuestas.[35]

SQL (Structured Query Language): es un lenguaje declarativo de acceso a bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones en ellas. Una de sus características es el manejo del álgebra y el cálculo relacional que permiten efectuar consultas con el fin de recuperar de forma sencilla información de interés de bases de datos, así como hacer cambios en ella. Gracias a su fuerte base teórica y su orientación al manejo de conjuntos de registros (y no a registros individuales) permite una alta productividad en codificación y la orientación a objetos.[35]

SVG (Scalable Vector Graphics): es una especificación para describir gráficos vectoriales bidimensionales, tanto estáticos como animados, en formato XML. SVG permite tres tipos de objetos gráficos: elementos geométricos vectoriales (combinaciones de rectas, curvas), imágenes de mapa de bits/digitales y texto. SVG se convirtió en una recomendación del W3C en septiembre de 2001.[35]

TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación): son las tecnologías que agrupan los elementos y las técnicas usadas en el tratamiento y la transmisión de la información, principalmente la informática, internet y las telecomunicaciones.[35]

URL (Uniform Resource Locator): es una secuencia de caracteres, de acuerdo a un formato estándar, que se usa para nombrar recursos en internet para su localización o identificación, como por ejemplo documentos textuales, imágenes, vídeos, presentaciones digitales, etc. Desde 1994, en los estándares de internet el concepto de URL ha sido incorporado dentro del más general de URI (Uniform Resource Identifier), pero el término URL aún es ampliamente utilizado.[35]

VML (Vector Markup Language): es un lenguaje XML de programación abierto, destinado a la creación de gráficos vectoriales elaborados en 2D (estáticos o animados) en páginas web. En gran medida, VML ha caído en desuso, en favor de otros formatos como SVG. [35]

W3C (World Wide Web Consortium): es un consorcio internacional que produce recomendaciones para la World Wide Web, con sede central en el Massachusetts Institute of Technology (MIT) y dirigida por Tim Berners-Lee (creador de las principales tecnologías en que se basa la web: HTML, HTTP y URL). [33]

WayFiS (WayFinding for Seniors): siglas del proyecto de prototipo de navegación para mayores sobre el que versa esta memoria. [34]

WiFi (Wireless Fidelity): es un mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica. Los dispositivos habilitados con Wi-Fi tales como ordenadores personales, videoconsolas, smartphones o reproductores de audio digital pueden conectarse a internet a través de un punto de acceso de red inalámbrica. Dicho punto de acceso (o hotspot) suele tener un alcance de unos 20 metros en interiores y mayor distancia al aire libre.[35]

XHTML (eXtensible HTML): es básicamente HTML expresado como XML válido. Es más estricto a nivel técnico, pero esto permite que posteriormente sea más fácil al hacer cambios o buscar errores entre otros. En su versión 1.0, XHTML es solamente la versión XML de HTML, por lo que tiene, básicamente, las mismas funcionalidades, pero cumple las especificaciones, más estrictas, de XML. Su objetivo es avanzar en el proyecto del W3C de lograr una web semántica, donde la información y la

forma de presentarla estén claramente separadas. En sucesivas versiones la W3C planea romper con los tags clásicos traídos de HTML.[35]

XML (eXtensible Markup Language): es un lenguaje de marcado que define un conjunto de reglas para codificación de documentos en un formato que es a la vez legible por humanos y máquinas. Se define en la especificación XML 1.0 producida por el W3C, y en varias otras especificaciones relacionadas, todas ellas estándares abiertos y gratuitos. Los objetivos de diseño de XML hacen hincapié en la sencillez, la generalidad y la usabilidad a través de Internet. Aunque el diseño de XML se centra en los documentos, es ampliamente utilizado para la representación de estructuras de datos arbitrarias, por ejemplo en los servicios web.[35]

XSLT (eXtensible Stylesheet Language Transformation): es un estándar del W3C que presenta una forma de transformar documentos XML en otros documentos XML e incluso en otros formatos que no son XML. Las hojas de estilo XSLT realizan la transformación del documento utilizando una o varias reglas de plantilla. Estas reglas de plantilla unidas al documento fuente a transformar alimentan un procesador de XSLT, que realiza las transformaciones deseadas poniendo el resultado en un archivo de salida. Actualmente, XSLT es muy usado en la edición web, generando páginas HTML o XHTML. La unión de XML y XSLT permite separar contenido y presentación, aumentando así la productividad.[35]